

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN

PERFIL DEL TRABAJO PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

MASTER EN REDES DE COMUNICACIÓN

TEMA:

“ESTUDIO DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE DATOS DEL MUNICIPIO DE CAYAMBE, PARA EVALUAR LA FACTIBILIDAD DE PROPORCIONAR CAPACITACIÓN VIRTUAL TECNOLÓGICA A LA CIUDADANÍA DEL CANTÓN CAYAMBE”

DIGNA LILIA JUCA CABRERA

Quito - 2016

Dedicatoria

Esta tesis se la dedico a mi esposo y amadas hijas Andrea de 22 años, Cristina de 19 años y Salomé de 12 años, que sea un claro ejemplo de perseverancia y meta cumplida, cimentada en el amor y unión familiar.

Nunca dejen de soñar y crear cada día, para su más alto bien, que así sea, por la vida.

Agradecimiento

Un profundo agradecimiento a mi familia por su incondicional apoyo, al Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural y Plurinacional del Municipio de Cayambe por la disponibilidad brindada para realizar el estudio del tema de tesis en beneficio de la ciudadanía cayambeña, a mis estimados docentes como director de tesis MSc. Gustavo Chafla y como revisores MSc. Carlos Egas y MSc. Juan Francisco Chafla, por su sapiencia compartida e incondicional acompañamiento durante el desarrollo de la tesis.

Resumen

La presente tesis a través del problema identificado en el área productiva de Cayambe, en donde la gente por la falta de medios económicos y conocimientos les impide mejorar la calidad de sus productos y aumentar la capacidad de venta, dentro del entorno local y hacia el exterior, tiene la intención de impulsar la situación económica y calidad de vida, a través de la capacitación continua apoyado por las nuevas tecnologías y telecomunicaciones para llegar, sin límites de espacio y tiempo hacia los hogares. Con el fin de lograr este objetivo se propone el “estudio de la infraestructura de la red de datos del municipio de Cayambe, para evaluar la factibilidad de proporcionar capacitación virtual a la ciudadanía del cantón Cayambe”, para ello se emplea el método investigativo de campo, mediante el cual se obtiene un conocimiento general y aproximativo del estado actual de la red de datos, así como también de los requerimientos del nuevo servicio de capacitación virtual.

Como conclusión, la inserción de un nuevo servicio de capacitación virtual a la ciudadanía cayambeña, fomenta el emprendimiento y la mejora de la calidad de producción en base al conocimiento de nuevas prácticas actualizadas.

Descriptores: infraestructura, capacitación virtual, red de datos, municipio, Cayambe, tráfico, tasa de transmisión, calidad de servicio, seguridad perimetral.

Abstract

The present thesis through of the problem identified in Cayambe's productive area where the people for the lack of economic means and knowledge prevent them from improving the quality of his products and from increasing the capacity of sale inside the local environment and towards the exterior, have the mention of arise economic situation and quality of life, through of the constant training supported by the new technologies and telecommunications to come, without limit of space and time. In order to achieve this aim one proposes the “study of the infrastructure of the network of information of Cayambe's municipality, to evaluate the feasibility of providing virtual training to the citizenship of the canton Cayambe”. For it, the method is used research of field, by means of which there is obtained a general and approximate knowledge of the network of information, this way like also of the requirements of the new service of virtual training.

How conclusion the insertion of a new service of virtual training to the citizenship cayambeña, to promote the venture and the improvement of the quality of production on the basis of the knowledge of new updated practices.

Describers: infrastructure, virtual training, network of information, municipality, Cayambe, traffic, rate of transmission, quality of service, safety perimeter.

Tabla de Contenido

<u>CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</u>	<u>12</u>
1.1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.2. ANTECEDENTES.....	14
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	16
1.4. OBJETIVO GENERAL.....	18
1.4.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
1.5. RESUMEN DEL CONTENIDO DE CAPÍTULOS.....	19
<u>CAPÍTULO 2: ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS BÁSICAS QUE DEBE CUMPLIR UNA PLATAFORMA VIRTUAL DE APRENDIZAJE</u>	<u>22</u>
2.1. INTRODUCCIÓN.....	22
2.2. PLATAFORMA VIRTUAL DE APRENDIZAJE.....	22
2.2.1. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS QUE DEBE CUMPLIR UNA PLATAFORMA VIRTUAL DE APRENDIZAJE	23
2.2.1.1. Características didácticas.....	23
2.2.1.2. Características en base a los requerimientos del usuario	24
2.2.1.3. Características tecnológicas.....	24
2.2.2. REQUERIMIENTOS DE LOS USUARIOS DE LA PLATAFORMA VIRTUAL DE APRENDIZAJE EN CAYAMBE.....	25
2.2.2.1. Requerimientos del aprendizaje en usuarios adultos.....	25
2.2.2.2. Requerimientos didácticos en usuarios adultos	26
2.2.3. ESTUDIO DEL CUMPLIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS BÁSICAS EN PLATAFORMAS VIRTUALES APLICADAS A USUARIOS CON REQUERIMIENTOS DE APRENDIZAJE SIMILARES A LOS USUARIOS DE CAYAMBE.	28
2.2.3.1. Factores analizados en el estudio del cumplimiento de las características básicas.	29
2.2.3.2. Resultados del estudio del cumplimiento de las características básicas.....	29
2.2.3.3. Selección de la Plataforma Virtual de Aprendizaje	31
2.3. CONCLUSIÓN.....	32
<u>CAPÍTULO 3: CARACTERÍSTICAS DE LA PLATAFORMA VIRTUAL DE APRENDIZAJE MOODLE.</u>	<u>34</u>
3.1. INTRODUCCIÓN.....	34
3.2. PLATAFORMA VIRTUAL MOODLE	34
3.2.1. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS QUE CUMPLE MOODLE.....	34
3.2.2. TRÁFICO MÁS COMÚNMENTE UTILIZADO EN MOODLE CON LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PACIE.	36

3.2.2.1. Clasificación del Tráfico y Formatos.....	42
3.2.2.2. Análisis de la tasa de transmisión del tráfico.....	44
3.2.2.2.1. Dimensionamiento del Tráfico de datos.....	44
3.2.2.2.1.1. Página Web	44
3.2.2.2.1.2. Texto plano	45
3.2.2.2.1.3. Transferencia de Archivos.....	45
3.2.2.2.1.4. Video Streaming.....	46
3.2.2.2.1.5. Videoconferencia	46
3.2.2.2.2. Dimensionamiento del número de usuarios	49
3.2.2.2.2.1. Muestra del número de usuarios de la plataforma virtual.....	49
3.2.2.2.2.2. Estadística de acceso a Internet en la ciudad de Cayambe	50
3.2.2.2.2.3. Índice de simultaneidad.....	51
3.2.2.2.2.4. Número de usuarios concurrentes	51
3.2.2.2.3. Posibles combinaciones de tráfico en Moodle.	51
3.2.2.2.3.1. Resultado de la tasa de transmisión requerida.	54
3.2.3. CARACTERÍSTICAS DE HARDWARE Y SOFTWARE MÍNIMOS REQUERIDOS POR MOODLE	55
3.2.3.1. Hardware.....	55
3.2.3.2. Software	58
3.3. CONCLUSIÓN.....	59

CAPÍTULO 4: ESTUDIO DE LA INFRAESTRUCTURA ACTUAL DE LA RED DE DATOS DEL

MUNICIPIO DE CAYAMBE. 61

4.1. INTRODUCCIÓN.....	61
4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA RED WAN	62
4.2.1. CONEXIÓN INTERNET	62
4.3. CARACTERÍSTICAS DE LA RED LAN	62
4.3.1. TOPOLOGÍA LÓGICA	62
4.3.2. ENLACE DE DATOS	63
4.3.3. INFRAESTRUCTURA FÍSICA.....	65
4.3.4. NÚMERO DE USUARIOS	66
4.3.5. DATA CENTER	67
4.3.6. SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO	68
4.3.6.1. Horizontal.....	68
4.3.6.2. Vertical (Back Bone)	68
4.3.7. UBICACIÓN DE LOS RACKS	68
4.3.8. SERVIDORES	69
4.3.9. NETWORKING	72

4.3.9.1. Switch.....	72
4.3.10. SEGURIDAD PERIMETRAL.....	73
4.3.10.1. Firewall.....	73
4.3.10.2. Portal Cautivo.....	73
4.4. CONCLUSIÓN.....	74

CAPÍTULO 5: INFRAESTRUCTURA MÍNIMA DE LA RED DE COMUNICACIONES NECESARIA, PARA PROPORCIONAR UNA PLATAFORMA VIRTUAL DE APRENDIZAJE. 76

5.1. INTRODUCCIÓN.....	76
5.2. INFRAESTRUCTURA BÁSICA PARA UNA PLATAFORMA VIRTUAL DE APRENDIZAJE	76
5.2.1. CARACTERÍSTICAS.....	76
5.2.2. INTEGRACIÓN A LA INFRAESTRUCTURA DEL MUNICIPIO DE CAYAMBE	77
5.2.2.1. Infraestructura física	79
5.2.2.1.1. Servidor.....	79
5.2.2.1.2. Switch.....	80
5.2.2.1.3. Firewall.....	81
5.2.2.1.4. Medio de transmisión	82
5.2.2.2. Infraestructura lógica	84
5.2.2.2.1. Seguridad perimetral	84
5.2.2.2.2. Dirección IP pública.....	86
5.2.2.2.3. Ancho de banda	87
5.2.2.2.4. Calidad de servicio (QoS)	87
5.2.2.2.4.1. Identificación del tráfico y sus requerimientos	88
5.2.2.2.4.2. Clasificación y marcaje del tráfico	88
5.2.2.2.4.3. Definición de políticas de calidad de servicio (QoS)	90
5.2.2.2.5. Software para la implementación de la Plataforma Virtual Moodle.....	91
5.2.2.2.6. Presupuesto del Servidor de la Plataforma Virtual.....	92
5.3. CONCLUSIÓN.....	93

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 94

6.1. CONCLUSIONES.....	94
6.2. RECOMENDACIONES	95

Lista de Tablas

TABLA 1: RESULTADOS DE CADA UNO DE LOS ASPECTOS DE LAS PLATAFORMAS VIRTUALES ANALIZADAS .	30
TABLA 2: CUMPLIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS BÁSICAS EN LAS PLATAFORMA VIRTUALES ANALIZADAS EN UN PORCENTAJE IGUAL O MAYOR AL UMBRAL ESTABLECIDO DEL 75%	31
TABLA 3: TIPO DE TRÁFICO Y FORMATOS QUE UTILIZA MOODLE	43
TABLA 4: CORRELACIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y RECURSOS MÁS COMÚNMENTE UTILIZADOS EN MOODLE CON EL TIPO DE TRÁFICO	44
TABLA 5: TASA DE TRANSMISIÓN DE VIDEO STREAMING REQUERIDA EN BASE A LA RESOLUCIÓN	46
TABLA 6: TAMAÑO EN BITS DE UNA TRAMA DE VIDEO SOBRE UNA RED ETHERNET	48
TABLA 7: DISTRIBUCIÓN DEL NÚMERO DE USUARIOS DE LA PLATAFORMA VIRTUAL DE APRENDIZAJE	50
TABLA 8: POSIBLES COMBINACIONES DE TRÁFICO EN LAS SECCIONES PACIE	52
TABLA 9: TASA DE TRANSMISIÓN POR TIPO DE TRÁFICO	53
TABLA 10: CAPACIDAD EN KB POR TIPO TRÁFICO	57
TABLA 11: COMBINACIÓN DE TRÁFICO MÁS PESADO EN MOODLE CON LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PACIE.	58
TABLA 12: ENLACE DE DATOS ENTRE LAS ENTIDADES DEPENDIENTES E INDEPENDIENTES DEL MUNICIPIO .	65
TABLA 13: NÚMERO DE USUARIOS QUE ACCEDEN A LA RED LAN	67
TABLA 14: EQUIPOS DEL DATA CENTER	67
TABLA 15: UBICACIÓN DE LOS RACKS	68
TABLA 16: SWITCH	73
TABLA 17: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE NETWORKING DEL MUNICIPIO DE CAYAMBE	78
TABLA 18: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PLATAFORMA VIRTUAL DE APRENDIZAJE MOODLE	83
TABLA 19: PUERTOS DE LOS APLICATIVOS MÁS COMÚNMENTE UTILIZADOS EN LA PLATAFORMA MOODLE	85
TABLA 20: IDENTIFICACIÓN DEL TRÁFICO Y SU REQUERIMIENTO	88
TABLA 21: CLASIFICACIÓN Y MARCAJE DEL TRÁFICO	90
TABLA 22: DEFINICIÓN DE POLÍTICAS DE QOS	91
TABLA 23: COSTO DEL SERVIDOR PLATAFORMA VIRTUAL DE APRENDIZAJE	92
TABLA 24: RESUMEN DEL DIMENSIONAMIENTO DE LA TASA DE TRANSMISIÓN REQUERIDA POR EL TRÁFICO DE MOODLE	101

Lista de Figuras

FIGURA 1: BLOQUE 0 DE LA METODOLOGÍA PACIE	37
FIGURA 2: BLOQUE ACADÉMICO DE LA METODOLOGÍA PACIE	39
FIGURA 3: BLOQUE CIERRE DE LA METODOLOGÍA PACIE	41
FIGURA 4: ACTIVIDADES Y RECURSOS POR SECCIÓN MÁS COMÚNMENTE UTILIZADOS SEGÚN LA METODOLOGÍA PACIE EN MOODLE	42
FIGURA 5: ENCAPSULACIÓN DE VIDEO A TRAVÉS DE LA RED ETHERNET	47
FIGURA 6: ESTADÍSTICA DE ACCESO A INTERNET EN LA CIUDAD DE CAYAMBE	50
FIGURA 7: MAPA TURÍSTICO POLÍTICO Y VIAL CAYAMBE.....	61
FIGURA 8: INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE LA RED LAN DEL MUNICIPIO DE CAYAMBE	63
FIGURA 9: SERVIDOR DE BASE DE DATOS HP PROLIANT DL380G7	69
FIGURA 10: IBM SYSTEM X3650 M4	70
FIGURA 11: SERVIDOR PROXY HP PROLIANT ML 310E GEN8 v2	70
FIGURA 12: SERVIDOR DATAFLOW	71
FIGURA 13: SERVIDOR SIGTIERRAS DELL T710 XEON POWEREDGE.....	71
FIGURA 14: FIREWALL NETCYCLON	73
FIGURA 15: ESQUEMA INFRAESTRUCTURA BÁSICA DE UNA PLATAFORMA VIRTUAL DE APRENDIZAJE.....	77
FIGURA 16: ESQUEMA DE FIREWALL ENTRE LA RED LAN DEL MUNICIPIO DE CAYAMBE E INTERNET CON ZONA DESMILITARIZADA PARA SERVIDOR DE MOODLE EXPUESTO USANDO IP PÚBLICA.	84

Lista de Anexos

ANEXO A	101
ANEXO B	102
ANEXO C	104
ANEXO D	106
ANEXO E.....	109

CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

El presente proyecto se refiere al estudio de la infraestructura actual de la red de datos del Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural y Plurinacional (GADIP) del municipio de Cayambe, con el fin de evaluar la factibilidad de proporcionar capacitación virtual a la ciudadanía cayambeña.

La capacitación virtual es una forma de aprendizaje a través de internet, el cual no está limitado al tiempo y espacio.

En un entorno virtual de aprendizaje, con el fin de mejorar el aprendizaje se utiliza recursos de enseñanza basados en Web e hipermedia.

Una lista de estos recursos de apoyo al aprendizaje, pueden ser:

- Videos
- Audios
- Imágenes
- Animación
- Simulación
- Juegos
- Libros digitales
- E-mail
- Listas de correo
- Foros de discusión
- Cartelera/tablón de anuncios
- Manejo de documentos/archivos

- Chat
- Videoconferencia
- Objeto SCORM (módulo, curso)

Un servicio muy utilizado en plataformas virtuales es SCORM (Sharable Content Object Reference Model), un estándar que presenta características de interoperabilidad, reusabilidad y adaptabilidad, que facilitan la inserción e intercambio de contenido entre plataformas de aprendizaje (Scagnoli, 2000).

Para aprovechar estos recursos basados en la Web e hipermedia, un Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) requiere una red que proporcione la calidad de servicio adecuada.

Para analizar el presente tema “el estudio de la infraestructura de la red de datos del municipio de Cayambe, para evaluar la factibilidad de proporcionar capacitación virtual a la ciudadanía del cantón”, es necesario mencionar las posibles dificultades, uno de ellos es una infraestructura de comunicaciones inadecuada para los nuevos servicios que son utilizados en un EVA, resultado de parámetros decisivos no priorizados tales como: la capacidad del enlace a Internet, la capacidad de procesamiento del servidor de la plataforma virtual para proporcionar servicios de video por ejemplo y la capacidad de comunicación a través de la red interna.

La capacidad del enlace, depende de la cantidad máxima de conexiones concurrentes y de la tasa mínima de transmisión, la capacidad de procesamiento del servidor de la plataforma virtual, debe ser capaz de soportar las conexiones concurrentes. La capacidad de comunicación a través de la red interna, depende del servicio a la que estén destinados los servidores.

Para soportar la comunicación de estos servidores, además de los requerimientos de hardware, es necesario un conjunto de software para dar soporte a la plataforma virtual elegida.

La investigación de esta problemática de comunicaciones se realiza por el interés de evaluar las posibles dificultades que se presentaren a la hora de ofrecer el servicio de capacitación virtual, desde el ámbito pedagógico, tecnológico y satisfacción de los usuarios de la plataforma virtual de aprendizaje.

El estudio de este tema se realiza mediante el método científico, que incluye el estudio de la infraestructura actual de comunicaciones de datos del Municipio de Cayambe, la identificación de las posibles dificultades y la solución propuesta para el problema.

Este estudio se realiza en el marco de la investigación de campo, a través de la observación, monitorización, conversaciones y entrevistas con los usuarios y las personas responsables de acuerdo a su función.

1.2. Antecedentes

La tecnología se ha transformado en el puntal de la educación, porque ha generado impacto en la enseñanza de las nuevas generaciones, de tal forma que existen organizaciones internacionales que investigan infraestructuras tecnológicas de última generación con el fin de hacer posible un aprendizaje personalizado, al tiempo que reducen costos de integración.

Así, la universidad Oberta de Catalunya recibió el Premio Nacional de Telecomunicaciones 2005 por parte de la Generalitat de Catalunya, reconocimiento que se le otorgó porque pone las Telecomunicaciones al servicio de la educación

superior, ampliando el acceso universal a la universidad (UOC, Universitat Oberta de Catalunya, 2014).

De esta manera, una infraestructura de comunicaciones, debe garantizar el desempeño de los servicios de aprendizaje y no ser causa de su interrupción.

Así, en el trabajo de Ortega (2001), se hizo un análisis sobre las deficiencias y obstáculos más frecuentemente detectados en las primeras experiencias que tuvieron en enseñanza virtual realizadas en la Universidad de Granada. Este análisis demostró que las dificultades presentadas son derivadas del funcionamiento de los canales de comunicación digital, causando lentitud en la transmisión de la información, especialmente cuando se trata de documentos multimedia comprimidos o en tiempo real, además causa interrupción imprevista de la comunicación, efectos de retardo en la comunicación audiovisual en tiempo real (videoconferencia) y frecuente bloqueo en los servidores de información.

Por lo que, Torres y Ortega (2003) apoyándose en los trabajos de Zeiberg (2001) proponen parámetros de análisis de la calidad de la formación en línea a través de plataformas virtuales, como: Calidad técnica mediante la infraestructura tecnológica necesaria, accesibilidad para garantizar la solidez y estabilidad de los procesos de gestión y de enseñanza aprendizaje, calidad comunicacional continua tanto sincrónica como asincrónica dependientes del diseño de la red (Universidad de Valencia, 2013).

1.3. Justificación

Hoy, el uso de las TIC (tecnologías de información y comunicación) produce un cambio en las actividades que realizan las personas, tales como en la educación, investigación, producción y comunicación.

Los ciudadanos que no sepan conectarse y navegar por redes; manejar los servicios que brinda internet; buscar información útil, analizar, reconstruir y comunicar; pueden ser marginados culturales y tener menos oportunidades laborales, en una sociedad tecnológica del siglo XXI.

A nivel mundial es cada vez más grande la brecha tecnológica, respecto a los países sub desarrollados, en donde el analfabetismo digital es más acentuado.

Luego, las nuevas tecnologías de información y comunicación, separa aún más la brecha digital, aislando a aquellas personas que no la utilizan, por lo que es necesario desde diferentes instancias educativas tomar medidas que favorezcan el aprendizaje y uso de las TIC a grupos menos favorecidos culturalmente, luego surge la necesidad de un nuevo modelo de alfabetización, con el fin de fomentar ciudadanos cultos y críticos ante el uso de los medios y tecnologías, actitud que le conducirá a un crecimiento personal y productivo de su entorno familiar y social, en miras de una vida digna y autónoma.

Actualmente, Cayambe es una ciudad dedicada al cultivo de rosas, hortalizas orgánicas y elaboración de productos tradicionales, tales como la elaboración de bizcochos, tortillas de tiesto, empanadas con dulce de zapallo, y dentro de los lácteos está el yogurt, manjar de leche, quesos de hoja y queso fresco.

Muchas de estas prácticas se realizan en forma rústica, debido a la falta de medios económicos y conocimientos que permita mejorar la calidad de sus productos y aumentar la capacidad de venta, no solamente dentro del entorno local, sino al exterior.

Este proyecto se justifica en razón de la necesidad actual del cantón Cayambe, en miras de un progreso económico, social y cultural, apoyado por las nuevas tecnologías y telecomunicaciones para llegar con el conocimiento, estrategias y prácticas adecuadas de producción y marketing de los productos que se cultivan y elaboran en el cantón. El tiempo y espacio son un obstáculo para el aprendizaje continuo, especialmente en usuarios adultos, por lo que se hace necesario un entorno de aprendizaje sin límites de espacio y tiempo que llegue a los hogares de la ciudadanía cayambeña.

Todo proyecto que incluya un entorno virtual de aprendizaje, requiere como base, una estructura tecnológica de importancia, que permita desarrollar sin dificultades las actividades planificadas en el aula virtual, luego el estado de la red de comunicación de datos es un factor importante, para garantizar que los diferentes servicios que brinda una plataforma virtual tengan un buen desempeño, el mismo que está relacionado con ciertos parámetros decisivos como son.

- La capacidad del enlace a Internet.
- Las características de los equipos de conmutación y ruteo
- La capacidad de procesamiento del servidor de la plataforma virtual
- La calidad de servicio que se ofrece al tráfico
- La seguridad de los datos de la plataforma virtual

La disposición, organización y operación adecuada de estos parámetros, permite un servicio continuo de la plataforma virtual de capacitación (FATLA, 2015).

Con el desarrollo de este proyecto la ciudadanía cayambeña es la principal beneficiada, ya que, desde la comodidad de su hogar sin restricción de tiempo y espacio, puede acceder a la plataforma virtual, en donde encuentra los recursos pedagógicos y tecnológicos necesarios, que facilitan la aprehensión del conocimiento y que complementado con la propia experiencia y habilidades, aumenta la productividad y mejora la calidad de vida personal y familiar.

Razón por la que, este proyecto se enfoca en el estudio de la infraestructura actual de la red de datos del Municipio de Cayambe, con el fin de evaluar la factibilidad de proporcionar capacitación virtual a la ciudadanía del cantón Cayambe. Este trabajo busca utilizar la tecnología de comunicaciones apropiada para lograr este fin.

1.4. Objetivo general

Estudiar la infraestructura de la red de datos del Municipio de Cayambe, a través de una investigación de campo, para evaluar la factibilidad de proporcionar capacitación virtual tecnológica dirigida a la ciudadanía del cantón Cayambe.

1.4.1. Objetivos específicos

- a. Analizar los requerimientos de tráfico en el Entorno Virtual de Aprendizaje de acuerdo a la plataforma requerida por el Municipio de Cayambe, mediante la investigación científica.

- b. Estudiar la infraestructura actual de la red de datos del Municipio de Cayambe, a través de una investigación de campo, para ofrecer un servicio continuo de capacitación virtual a los ciudadanos cayambeños.
- c. Plantear la Infraestructura mínima de la Red de Comunicaciones necesaria, para proporcionar un Entorno Virtual de Aprendizaje.

1.5. Resumen del contenido de capítulos

En el Capítulo I, se presenta una introducción, los antecedentes y la justificación de la necesidad de realizar este proyecto y su relación con ciertos parámetros decisivos a analizar en la red de comunicaciones del municipio de Cayambe con el fin de ofrecer el servicio de capacitación virtual a los ciudadanos cayambeños como una alternativa de solución a la problemática social a la que se enfrentan.

En el Capítulo II, se hace un estudio de las características básicas que debe cumplir una plataforma virtual de aprendizaje para cubrir las necesidades tecnológicas del municipio de Cayambe y requerimientos de los usuarios adultos de acuerdo a sus características de aprendizaje andragógicas.

En este estudio se considera las plataformas de código abierto debido a su potencial de adaptabilidad.

Para la selección de la plataforma se toma como referencia el análisis realizado en un entorno similar al de este proyecto, cuyo resultado es fruto de la experiencia o aplicación de diferentes plataformas virtuales de código abierto.

En el Capítulo III, se detalla las características básicas que cumplen la plataforma seleccionada, el tipo de datos que maneja y sus formatos, en base a estas

características se calcula la tasa de transmisión requerida por el tráfico más comúnmente utilizado en la plataforma virtual de aprendizaje y los requerimientos de hardware para soportar este tráfico.

En el Capítulo IV, se realiza el estudio de la infraestructura de la red de datos actual del Municipio de Cayambe, para evaluar la factibilidad de proporcionar capacitación virtual a la ciudadanía del cantón Cayambe.

En el estudio se considera la infraestructura física y lógica de la red implementada en el municipio de Cayambe, la capacidad del enlace a Internet, las características de los equipos de conmutación y ruteo, la capacidad de los medios de transmisión, la calidad de servicio que se aplica al tráfico y el manejo de la seguridad de los datos.

En el Capítulo V, se realiza una propuesta Infraestructura mínima de la Red de Comunicaciones necesaria, para proporcionar un Entorno Virtual de Aprendizaje en la ciudad de Cayambe.

En esta propuesta se consideran factores que son decisivos para un buen desempeño de la plataforma virtual, como son:

- La tasa de transmisión necesaria de acuerdo al cálculo del tráfico más comúnmente utilizado en la plataforma virtual de aprendizaje con la aplicación de la metodología PACIE.
- Los requerimientos del servidor de la plataforma virtual, en base a la capacidad del tráfico, la capacidad del servidor se calcula en el capítulo III.
- Los requerimientos del equipo de conmutación de capa 3 para proporcionar calidad de servicio al tráfico de acuerdo a las prioridades.
- Los requerimientos del medio de transmisión.

- La seguridad de los datos tanto de la plataforma virtual como de la red LAN del municipio de Cayambe.

En el Capítulo VI, en base al estudio de la infraestructura de la red de datos en el Municipio de Cayambe y la propuesta para implementar una plataforma virtual de aprendizaje se añaden las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO 2: ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS BÁSICAS QUE DEBE CUMPLIR UNA PLATAFORMA VIRTUAL DE APRENDIZAJE

2.1. Introducción

En este capítulo, se hace un estudio de las características básicas que debe cumplir una plataforma virtual de aprendizaje para satisfacer los requerimientos desde tres ámbitos:

- Los requerimientos didácticos
- Las necesidades del usuario de acuerdo a sus características de aprendizaje
- Los requerimientos tecnológicos

El estudio de estas características, permitirá seleccionar la plataforma virtual que cubra las necesidades didácticas de los ciudadanos de Cayambe y tecnológicas del municipio de Cayambe.

Para la aplicación de una metodología adecuada a las necesidades de los usuarios de este proyecto se realiza un estudio de las características de aprendizaje de usuarios adultos.

Para la selección de la plataforma virtual se toma como referencia el estudio realizado en un ámbito universitario dirigido a usuarios adultos, el mismo que se basa en las características básicas que debe tener una plataforma virtual de aprendizaje.

2.2. Plataforma Virtual de Aprendizaje

Una Plataforma Virtual de Aprendizaje es un sistema de gestión y desarrollo de cursos de capacitación a través de Internet.

Para el estudio se considera las plataformas de código abierto debido a su potencial de adaptabilidad, como son: Moodle, Atutor, Claroline y Chamilo.

Una plataforma de código abierto se caracteriza por que el usuario es libre de usarlo y adaptarlo a sus necesidades, este software libre se ampara bajo la licencia GPL (GNU General Public License) que protege los derechos para copiar, distribuir, estudiar o modificar sin restricción.

2.2.1. Características básicas que debe cumplir una plataforma virtual de aprendizaje

Según Clarenc (2012 y 2013) una plataforma virtual de aprendizaje debe cumplir ciertas características básicas, las mismas que se van a utilizar en este proyecto como indicadores de referencia, para el análisis y selección de la plataforma, estas características se clasifican en didácticas, tecnológicas y en base a los requerimientos de los usuario de la plataforma como se resumen a continuación (Clarenc, C.A., 2013).

2.2.1.1. Características didácticas

- **Inclusión.-** Se refiere a la capacidad de la plataforma para que personas con otras capacidades accedan a la información en línea, por ejemplo personas con deficiencia visual.
- **Evaluación formativa.-** Se requiere una plataforma que facilite la comunicación entre el docente y el estudiante, para fomentar la orientación andragógica y fortalecer la retroalimentación.
- **Evaluación continua.-** Se prefiere una plataforma con disponibilidad de la revisión de los cursos en línea.

- Aprendizaje efectivo.- Se logra gracias a los recursos que ofrece la plataforma y que el usuario emplea para lograr la plenitud en forma individual o en grupo, acompañado por el docente.

2.2.1.2. Características en base a los requerimientos del usuario

- Accesibilidad.- Se refiere a la facilidad en el acceso a la plataforma y el uso de los recursos que motive al docente el seguimiento del avance del curso y la creación de materiales por parte del estudiante, de una manera flexible y de fácil adaptabilidad.
- Usabilidad.- Se requiere de una plataforma, cuyo entorno permite al usuario realizar tareas propias de forma fácil y rápida, y alcanzando objetivos conforme a los intereses del mismo.
- Herramientas.- Se requiere recursos interactivos sincrónicos y asincrónicos para la formación colaborativa, así como también herramientas de evaluación.

2.2.1.3. Características tecnológicas

- Durabilidad.- La capacidad de mantener su funcionalidad pese a los cambios de configuración en el servidor de la plataforma.
- Empaquetamiento.- Es la disponibilidad de la plataforma en contar con un paquete de asistente de instalación y configuración para su funcionamiento.
- Confiabilidad.- Esta característica se da en base a la ausencia de errores durante el funcionamiento de la plataforma.
- Funcionalidad.- Característica que se verifica por la capacidad de la gestión de cursos y el cumplimiento de las necesidades de los usuarios, a más de estar relacionado con la capacidad de escalabilidad.
- Eficiencia.- Esto se logra gracias a los recursos que ofrece la plataforma y que el usuario emplea para lograr la plenitud en el proceso de enseñanza aprendizaje.

- Reutilización.- La plataforma debe ofrecer estandarización para garantizar el uso y funcionamiento de cursos y o materiales que hayan sido realizados por terceros.
- Interoperabilidad y portabilidad.- interoperabilidad como la capacidad de interactuar con otros sistemas virtuales de aprendizaje y portabilidad como la capacidad de funcionar bajo diferentes sistemas operativos y navegadores.

2.2.2. Requerimientos de los usuarios de la plataforma virtual de aprendizaje en Cayambe.

Con el fin de evaluar las características que debe cumplir una plataforma virtual se hace un estudio de los requerimientos de aprendizaje de los usuarios que van a utilizar esta plataforma.

2.2.2.1. Requerimientos del aprendizaje en usuarios adultos

El aprendizaje en una edad adulta, denominado Andragogía, no es lo mismo que en un niño y un adolescente, son diferentes los fines, formas de atención, tipos de materiales, guías y evaluación.

Desde la propuesta andragógica, algunos de los requerimientos del entorno educativo son:

- El entorno de aprendizaje debe ser cooperativo
- Los objetivos del aprendizaje deben estar relacionado con los intereses del adulto
- La evaluación debe ser en base a la calidad de la experiencia adquirida (Arcia, 2009).

En base a estas necesidades se considera aplicar el modelo de aprendizaje cooperativo, en este modelo se aprende en grupo, uno del otro, y pertenece al

modelo constructivista, que aspira formar individuos que elaboren progresiva y secuencialmente por descubrimiento y significación los aprendizajes, de acuerdo con las necesidades y condiciones de cada uno, apropiándose de los conocimientos en forma significativa (Hernández, 2008).

2.2.2.2. Requerimientos didácticos en usuarios adultos

El modelo constructivista utiliza metodologías que crean un ambiente estimulante de experiencias para facilitar el desarrollo de habilidades cognitivas, tal como lo es la metodología PACIE (Presencia, Alcance, Capacitación, Interacción, E-learning), apropiado para trabajar en entornos virtuales (Oñate, 2009).

El Ing. Pedro Camacho; docente, administrador de páginas web, comunicador social y creador de la Fundación de Actualización Tecnológica para Latinoamérica (FATLA), es el autor de la metodología PACIE.

La metodología PACIE, desarrolla procesos que facilitan el uso y aplicación de herramientas virtuales en la educación a distancia, con miras a que el estudiante pueda manejar fácilmente la información para elaborar, buscar y seleccionar.

Mediante las diferentes fases de la metodología PACIE: Presencia, Alcance, Capacitación, Interacción y E-learning, el entorno virtual motiva el proceso de aprendizaje, como se puede analizar a continuación (Oñate, 2009):

- Presencia, característica que se evidencia en las actividades que informan, comunican, interactúan, apoyan y educan.
- Alcance, se da a un nivel organizacional, el entorno de aprendizaje virtual debe estar constituido por un experto en pedagogía, en informática y en comunicaciones sociales, cada uno responsable de:

- Implementar las metodologías y técnicas de aprendizaje apropiadas
- Garantizar el funcionamiento óptimo de la plataforma y el apoyo en el uso de los recursos tecnológicos.
- Manejar las comunicaciones en el entorno virtual.
- Capacitación, proceso que permite crear y construir oportunidades de aprendizaje.
- Interacción, característica que promueve un alto grado de participación de los estudiantes, a través de la cooperación, motivación, alegría, amistad se logra la construcción y apropiación del conocimiento.
- E-learning, el aprendizaje se vuelve ilimitado, gracias al beneficio que ofrecen los recursos tecnológicos: videos, animaciones, applets, herramientas multimedia, documentos en pdf, foros, chats, blogs, wikis, etc.

Mediante esta metodología se aprende haciendo, en forma individual o en forma cooperativa, esto causa que el aprendizaje sea significativo e interesante, motivando la creación de resultados que le benefician como individuo y por ende a su entorno familiar y social (Oñate, 2009).

El uso de la metodología de aprendizaje PACIE permite aplicar estrategias en base a las características de una educación andragógica según los estudios realizados por Bolaños y Ordóñez (2007), estas características son:

- Despertar el interés, a través de la utilidad y aplicación práctica, ya que si el adulto piensa que lo que aprende no le sirve, abandonará el aprendizaje.
- Brindar un sistema de educación flexible que no está limitado al tiempo y espacio, debido a la capacitación de adultos en condiciones difíciles, de cansancio, preocupaciones familiares y laborales.
- Motivar a través del acompañamiento del docente, durante todo el proceso de aprendizaje.

- Comunicación continua, a través de la interacción con el docente y compañeros, para la construcción del conocimiento, por el hecho de que el estudiante en un entorno virtual aprende en soledad, se debe facilitar la comunicación y el diálogo, de tal forma que se permita compartir, intercambiar y debatir aprendizajes con los de su entorno educativo, actuación que motiva el trabajo en equipo y la superación de nuevos retos, este entorno de cooperación e interacción es apropiado para una educación andragógica.
- Posibilitar el meta-aprendizaje, procesos que complementa su educación, con el fin de generar una auténtica reflexión cognitiva, por lo que se privilegia actividades en donde el aprendizaje se constituya en conocimiento aplicado y contextualizado a las realidades propias de los estudiantes.
- Ser un entorno de enseñanza, respetuoso de los ritmos individuales de aprendizaje (Arcia, 2009) (Mora, 2014).

2.2.3. Estudio del cumplimiento de las características básicas en plataformas virtuales aplicadas a usuarios con requerimientos de aprendizaje similares a los usuarios de Cayambe.

Para el estudio de la plataforma se toma como referencia el análisis realizado en un entorno similar al de este proyecto, cuyo resultado es fruto de la experiencia por la aplicación de las plataformas virtuales de código libre Moodle, Atutor, Claroline y Chamilo, los factores analizados en este estudio se relacionan con las características de una educación andragógica.

2.2.3.1. Factores analizados en el estudio del cumplimiento de las características básicas.

En este estudio se hace un análisis desde tres factores esenciales en una educación virtual: desde el modelo pedagógico, desde las necesidades del usuario y desde la parte técnica.

- En el campo del modelo pedagógico se analizan los aspectos de: inclusión, evaluación formativa, evaluación continua, aprendizaje efectivo.
- Desde el punto de vista de las necesidades de un usuario se analizan los aspectos de: accesibilidad, usabilidad, y disponibilidad de herramientas.
- Desde la parte técnica se analizan los aspectos de: durabilidad, empaquetamiento, confiabilidad, funcionalidad, eficiencia, reutilización, interoperabilidad y portabilidad (Universidad Boyacá, 2015).

2.2.3.2. Resultados del estudio del cumplimiento de las características básicas.

En el análisis participaron un grupo de usuarios heterogéneos, gestionado por docentes y el administrador de las plataformas de la Universidad de Boyacá, quienes para la comparación de resultados establecen un valor máximo y una holgura para alcanzar un valor esperado del 75%. El resultado que se obtiene de la evaluación de cada uno de los factores necesarios para el proceso de enseñanza aprendizaje se muestra en la tabla1:

Factores	Moodle %	Atutor %	Claroline %	Chamilo %
Modelo Pedagógico	67,12	60,24	53,83	47,07
Inclusión	60,15	55,47	53,95	54,51
Evaluación formativa	75	59,38	50	46,88
Evaluación continua	88,89	81,11	76,67	42,22
Aprendizaje efectivo	44,44	45	34,72	44,63
Necesidades del usuario	67,78	53,55	56,99	49,58
Accesibilidad	58,33	62,50	62,50	45,83
Usabilidad	79,21	62,86	56,03	67,06
Herramientas que ofrece	65,82	35,30	52,46	35,86
Parte Técnica	95,91	93,81	88,97	80,09
Durabilidad	100	87,50	75	87,50
Empaquetamiento	71,43	85,71	87,50	62,50
Confiabilidad	100	100	100	98,33
Funcionalidad	100	83,5	100	83,75
Eficiencia	100	100	88,89	100
Reutilización	100	100	100	100
Interoperabilidad y portabilidad	100	100	71,43	28,57

Tabla 1: Resultados de cada uno de los aspectos de las plataformas virtuales analizadas

Fuente: (Universidad Boyacá, 2015)

Se puede observar en la tabla 1 que Moodle obtiene los puntajes más altos, sin embargo en los aspectos como inclusión, accesibilidad y aprendizaje efectivo no llega al 75% que es el umbral establecido para la comparación y selección de la plataforma, por lo que se recomienda mejorar las aplicaciones en estos aspectos.

Atutor presenta deficiencias a más de las que presenta Moodle en evaluación formativa y usabilidad, Claroline además de las mencionadas en Moodle y Atutor presenta deficiencias en interoperabilidad y portabilidad, Chamilo además de las mencionadas en Moodle, Atutor y Claroline se suma el empaquetamiento, aspectos que no llegan a alcanzar el umbral esperado del 75%.

La siguiente tabla muestra un resumen de los factores evaluados que alcanzan el puntaje esperado: mayor o igual al 75%, en donde Moodle cumple con la mayoría de las características básicas de una plataforma virtual de aprendizaje.

PLATAFORMAS	Moodle	Atutor	Claroline	Chamilo
Modelo Pedagógico				
Inclusión				
Evaluación formativa	x			
Evaluación continua	x	x	x	
Aprendizaje efectivo				
Necesidades del usuario				
Accesibilidad				
Usabilidad	x			
Herramientas que ofrece				
Parte Técnica				
Durabilidad	x	x	x	x
Empaquetamiento	x	x	x	
Confiabilidad	x	x	x	x
Funcionalidad	x	x	x	x
Eficiencia	x	x	x	x
Reutilización	x	x	x	x
Interoperabilidad y portabilidad	x	x		

Tabla 2. Cumplimiento de las Características Básicas en las Plataformas Virtuales analizadas en un porcentaje igual o mayor al umbral establecido del 75%

Elaborado por: Juca Lilia

Fuente: (Universidad Boyacá, 2015)

2.2.3.3. Selección de la Plataforma Virtual de Aprendizaje

Como afirma Clarenc (2012-2013) en la actualidad existen multiplicidad de plataformas virtuales, cada uno con sus propias herramientas y funcionalidades, no es posible encontrar todas ellas en una sola plataforma, por lo que se realiza la selección de la plataforma, en base al modelo pedagógico, las necesidades andragógicas del usuario y realidad tecnológica del Municipio de Cayambe.

En cuanto al modelo pedagógico se prefiere en entorno amigable y fácil de usar, que sea flexible en el diseño de cursos, promueva el trabajo colaborativo con un enfoque constructivista, facilite la administración de contenidos multimedia, el control, monitoreo y generación de reportes y la administración de evaluaciones y calificaciones.

En el ámbito tecnológico se prefiere una plataforma flexible a la realidad actual de la red de comunicaciones del municipio de Cayambe, así como también se prefiere compatibilidad con diferentes sistemas operativos.

En base al análisis realizado por la Universidad de Boyacá sobre las características que debe cumplir una plataforma virtual de aprendizaje, aplicada a un grupo de usuarios heterogéneos, se concluye que la plataforma virtual que cumple con estas características en un mayor porcentaje y cubre las necesidades de un aprendizaje andragógico es Moodle. Luego, el municipio de Cayambe en base a este estudio opta por esta plataforma, que ofrece múltiples servicios que satisfacen las necesidades didácticas de los usuarios y tecnológicas del municipio de Cayambe.

2.3. Conclusión

Las características básicas que debe cumplir una plataforma virtual de aprendizaje se encuentran clasificadas con el fin de satisfacer tres requerimientos que son relevantes a la hora de elegir una plataforma: el modelo pedagógico, de acuerdo a las características de los usuarios, y los requisitos tecnológicos.

La capacitación de los usuarios adultos a los que está dirigido este proyecto tiene las características de una educación andragógica, el aprendizaje en una edad adulta, denominado Andragogía, se basa en la construcción de sus experiencias de

acuerdo a sus intereses, por lo que en el modelo pedagógico se prefiere en entorno amigable y fácil de usar que promueva el trabajo colaborativo con un enfoque constructivista, para cubrir las necesidades de este tipo de aprendizaje se considera la metodología PACIE (Presencia, Alcance, Capacitación, Interacción, E-learning).

En el ámbito tecnológico se prefiere una plataforma flexible a la realidad de la red de comunicaciones del municipio de Cayambe.

Para la selección de la plataforma se toma como referencia el estudio realizado en un entorno similar al de este proyecto, cuyo resultado es fruto de la experiencia o aplicación de diferentes plataformas virtuales de código abierto.

El municipio de Cayambe en base a este estudio opta por Moodle, ya que ofrece múltiples servicios que satisfacen las necesidades didácticas de los usuarios y tecnológicas del municipio en un mayor porcentaje.

CAPÍTULO 3: CARACTERÍSTICAS DE LA PLATAFORMA VIRTUAL DE APRENDIZAJE MOODLE.

3.1. Introducción

En este capítulo se especifica las características básicas que cumple Moodle (Entorno de Aprendizaje Dinámico Modular Orientado a Objetos) como plataforma virtual apropiada para el aprendizaje.

Además, se hace un resumen de las actividades y recursos de aprendizaje, con el fin de analizar el tipo de tráfico y los formatos de datos que maneja Moodle, para dimensionar la tasa de transmisión que se requiere para la circulación del tráfico a través de la red del municipio de Cayambe.

3.2. Plataforma Virtual Moodle

Moodle (Entorno de Aprendizaje Dinámico Modular Orientado a Objetos) es una plataforma que basa su desarrollo en el concepto de la colaboración, lo que motiva al aprendizaje significativo en grupo, basado en la experiencia propia y el de los demás, filosofía de aprendizaje denominado “pedagogía de constructivismo social” (Oñate, 2009).

3.2.1. Características básicas que cumple Moodle.

Según (Moodle Pty Ltda, 2015) las características básicas de una Plataforma Virtual con las que cumple Moodle son:

- **Inclusión.-** Moodle tiene incorporado el estándar W3C (World Wide Web Consortium), para cumplir ciertas normas de accesibilidad, soporta tecnologías asistidas como: lectores de pantalla, métodos alternos al uso del teclado y el ratón.

- Evaluación formativa.- Moodle dispone de herramientas tales como encuestas, cuestionarios, talleres que permite una retroalimentación de su aprendizaje en grupo.
- Evaluación continua.- Los usuarios pueden integrar al entorno Moodle y visualizar el contenido de cursos externos, para su aprendizaje complementario y continuo.
- Aprendizaje efectivo.- Moodle es flexible y personalizable, su configuración modular permite a los desarrolladores crear plugins e integrar aplicaciones externas para lograr funcionalidades específicas de acuerdo a las necesidades del usuario. Moodle proporciona un conjunto de herramientas como talleres, foros, mensajes para el aprendizaje en grupo y e individual con orientación del docente.
- Accesibilidad.- se refiere a la Facilidad en el acceso a la plataforma y el uso de los recursos que motive al docente el seguimiento del avance del curso y la creación de materiales por parte del estudiante, de una manera flexible y de fácil adaptabilidad.
- Usabilidad.- Su característica de arrastrar y soltar, y la documentación del uso de sus recursos hacen a Moodle fácil de aprender y usar.
- Herramientas.- Moodle cuenta con herramientas colaborativas sincrónicas y asincrónicas tales como chat, mensajes, foros, wikis, blogs, así como también herramientas de evaluación: lecciones, exámenes, foros de debate.
- Durabilidad.-Moodle permite trabajar con los modos de acceso como administrador, docente, estudiante e invitado, sin que afecte el funcionamiento de la plataforma.
- Empaquetamiento.- Moodle al ser una plataforma escrita en código abierto, cuenta con una comunidad de desarrolladores que mantienen actualizados los paquetes de instalación de acuerdo a las necesidades.
- Confiabilidad.- Moodle realiza actividades de autenticación para el ingreso a la plataforma virtual, para resguardar la seguridad de los datos y la privacidad

del usuario contra accesos no autorizados, pérdida de datos y mal uso de los mismos.

- Funcionalidad.- contempla herramientas para la gestión de un sitio, de un curso y del contenido que generan los usuarios
- Eficiencia.- los cambios que se realizan a nivel de administración y de docentes, el estudiante percibe inmediatamente en el entorno virtual.
- Reutilización.- Los usuarios pueden integrar y presentar contenido y aplicaciones alojados externamente dentro del entorno Moodle
- Interoperabilidad y portabilidad.- Moodle realiza actividades de importación y exportación de preguntas de examen, el uso de canales de noticias gracias a la característica de interoperabilidad que soporta y portabilidad por su capacidad de funcionar bajo diferentes sistemas operativos y navegadores.

3.2.2. Tráfico más comúnmente utilizado en Moodle con la aplicación de la metodología PACIE.

En base al estudio realizado en el capítulo II, se aplicará la metodología PACIE ya que es apropiada para entornos virtuales y presenta ventajas en la educación andragógica.

Estructura de la metodología PACIE

Según (Oñate, 2009) la metodología PACIE contempla tres bloques subdivididos a su vez en secciones, en donde se utilizan comúnmente las siguientes actividades y recursos en una plataforma virtual de aprendizaje:

- Bloque 0 (cero)
- Bloque académico
- Bloque de cierre

Cada uno de los bloques se subdividen en secciones que cumplen un objetivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, para el cumplimiento de estos objetivos utilizan comúnmente ciertas actividades y recursos en cada una de estas secciones de la metodología PACIE.

Bloque 0

El Bloque 0, facilita la comprensión completa de los recursos empleados y las dinámicas estratégicas del curso en cuanto a interactividad académica para la construcción de las competencias previstas en los objetivos del curso.

El Bloque 0 lo componen tres secciones:

- Sección de Información
- Sección de Comunicación
- Sección de Interacción



Figura 1: **Bloque 0 de la metodología PACIE**

Elaborado por: Juca Lilia

Sección de Información

El docente expone la distribución del curso, el programa general y pormenorizado en cuanto a contenidos, metodología, criterios de evaluación y los recursos a usarse, para ello puede ser útil varios recursos como componer una página de texto o una página web, foros.

Sección de Comunicación

Se informan los planes previstos para el desarrollo del curso en cuanto a espacios, maneras y fechas en las que deben realizarse y cumplirse las actividades previstas.

Aquí se colocan todos los anuncios y comunicados pertinentes a los procesos operativos, administrativos y académicos del módulo.

En esta sección los foros resultan los más usados, pero con solo la posibilidad de ser manipulada por el docente. En ella se indican las actividades a ser desarrolladas durante todo el proceso de aprendizaje.

Sección de Interacción

Es la sección más usada del proceso educativo. Permite la interacción de todos los actores que intervienen en la dinámica del curso. También en este caso, el principal recurso lo constituyen los foros, tanto de carácter académicos como recreativos.

En la primera categoría se encuentra el Taller, en el cual se exponen y aclaran las dudas que genere el proceso de aprendizaje. Se dan cita en él todos los integrantes de la comunidad educativa dispuestos a apoyarse entre sí. Mediante esta opción el

docente y/o estudiante resuelven oportunamente los vacíos o inconvenientes que presenten durante los procesos operativos y académicos.

Otro recurso de fundamental importancia en este segmento de interrelación lo constituyen los Chats y las Videoconferencias.

Es el espacio ideal para realizar consultas sobre el nivel académico en el que se encuentran, encuestas para determinar la actitud que toman los estudiantes frente a determinadas acciones y planear estrategias para un óptimo aprendizaje.

Bloque Académico

Tiene como meta principal alcanzar que el estudiante se interese en el contenido del curso del aula virtual. El bloque académico está compuesto por las siguientes secciones:

- Exposición
- Rebote
- Construcción
- Comprobación



Figura 2: **Bloque Académico de la metodología PACIE**

Elaborado por: **Juca Lilia**

Exposición

En este espacio se presenta la información fundamental para el desarrollo del contenido conceptual necesario para el logro de los aprendizajes. La información básicamente es mostrada a través de enlaces y documentos.

Los materiales a utilizar en este apartado, no pueden repetirse para lograr la atención del estudiante y debe diversificarse en los siguientes recursos: PDF, Videos, enlaces, página de texto, de web, archivos de texto, presentación, hojas de cálculo, etc.

Rebote.

Se plantean actividades orientadas a que el estudiante realice reflexiones autocríticas sobre los aspectos que se abordan, logrando una evaluación del proceso. Un ejemplo de estas actividades la constituyen las consultas, chats, foros de debate, actividades grupales, análisis de documentos de estudio, etc.

Construcción

Permite el diálogo e interactividad de los estudiantes, a través de la crítica, análisis y discusión la deconstrucción y construcción de saberes, buscando así el desarrollo de destrezas y el logro de las competencias. La herramienta útil para esta sección la constituye el foro.

Comprobación

Está orientada a la síntesis, comprobación y verificación del logro de los aprendizajes que debe construir el estudiante en atención a los objetivos planteados en el módulo.

Bloque de Cierre

El bloque de cierre permite la verificación del cumplimiento de los estándares por parte del estudiante y el logro de la recuperación en los aspectos que reflejen debilidad, está compuesto por las siguientes secciones:

- Retroalimentación
- Negociación



Figura 3: **Bloque Cierre de la metodología PACIE**

Elaborado por: **Juca Lilia**

Retroalimentación

En esa sección se detecta posibles puntos de mejora para dar respuestas oportunas, efectivas y eficientes ante amenazas en procesos de aprendizaje futuros.

Para la sección de retroalimentación se puede utilizar una encuesta (COLLEST o ATTLS) para evaluar el trabajo realizado dentro del aula virtual por parte del docente.

Negociación

Este espacio permite a los estudiantes expresar su sentir en el aula virtual y despedirse de sus compañeros.

Arreglar notas incompletas con el docente, puede ser útil una tarea de texto en línea para que la comunicación sea personal y poder finalizar procesos académicos pendientes (FATLA-Virtual Group Corporation, 1996).

Un resumen de las actividades y recursos más comúnmente utilizados en un entorno virtual Moodle aplicando la metodología PACIE es:

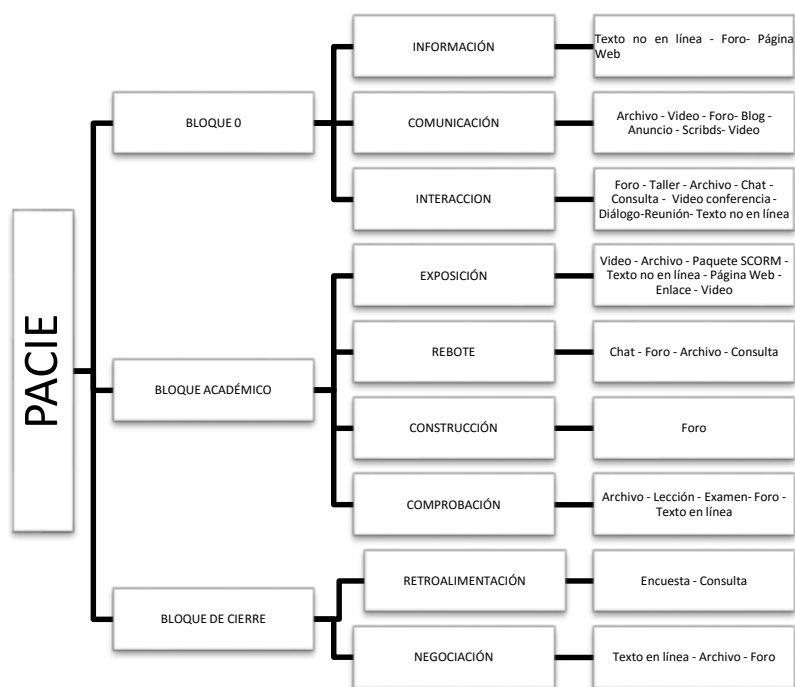


Figura 4: Actividades y recursos por sección más comúnmente utilizados según la metodología PACIE en Moodle

Elaborado por: Juca Lilia

3.2.2.1. Clasificación del Tráfico y Formatos.

Moodle se caracteriza porque el tráfico que generan sus actividades y recursos maneja formatos que alivianan el peso de los archivos, así (Moodle Pty Ltda, 2015):

CSV (Comma Separated Values, Valores Separados por Comas).- Gran parte de acciones masivas como subir cursos en masa, inscripciones, se basan en archivos CSV, un archivo de texto plano, sin formato.

GIFT (General Import Format Technology) es un formato de texto simple desarrollados por la comunidad de Moodle, utilizado para importar y exportar preguntas de opción múltiple

Utiliza formatos comprimidos como ZIP, MBZ (Moodle Backup File) para realizar copias de seguridad, restaurar cursos, cargar objetos pedagógicos estructurados que cumplen los estándares SCORM (Sharable Content Object Reference Model), tales como Jclíc y Hotpotatoes utilizados para crear recursos de refuerzo y evaluación.

Estas características son importantes para optimizar el rendimiento de la red, en la siguiente tabla, se resume los formatos que utiliza Moodle en los diferentes recursos y actividades de enseñanza-aprendizaje (Moodle Pty Ltda, 2015).

Tipo de tráfico	Actividad-Recursos	Formato
Texto plano (Sin formato)	Foro, página web, blogs, anuncio, taller, chat, encuesta, consulta, dialogo, reunión, texto no línea, texto en línea, enlace o URL, lección, examen, cuestionario, glosario, wiki, etiqueta, libro, utilizan el propio editor de texto de Moodle. Archivo de calificaciones, base de datos, cursos, cuentas de usuarios, grupos, matriculas, reportes, bitácora. Preguntas de opción múltiple.	Texto plano CSV GIFT
Archivo (Con formato)	Archivo, scribds, taller.	*.doc, *.docx, *.rtf, *.pdf, *.xls, *.xlsx, *.ppt, *.pptx, *.pub, *.pubx, *.ods (openffice) y más formatos autorizados por el administrador.
Archivos Comprimidos	Objetos SCORM, herramientas externas: Jclíc, HotPotatoes.	*.zip
	Copias de seguridad	*.mbz (formato comprimido de Linux)
Imagen	*.gif, *.jpg, *.jpeg, *.png, *.svg, *.tiff	
Audio	*.mp3, *.ogg, *.wav, *.acc, *.wma, .ra	
Video	*.MP4, *.webM, *.Ogg, *.flv, *.mov, *.avi,	
Videoconferencia	*.wbd, *.wbp, *.elp, *.elpx.	

Tabla 3: Tipo de tráfico y formatos que utiliza Moodle

Fuente: (Moodle Pty Ltda, 2015) (INAP (Instituto Nacional de Administración Pública, 2016)

Elaborado por: Juca Lilia

Luego, las actividades y recursos más comúnmente utilizados en Moodle se encasillan en el siguiente tipo de tráfico en base a la tabla 3:

Tipo de tráfico	Actividad
Texto plano (Sin formato)	Foro, blogs, anuncio, taller, chat, correo, encuesta, consulta, dialogo, reunión, texto no línea, texto en línea, enlace o URL, lección, examen.
Archivo (con formato)	Archivos con formatos diferentes, imagen, copias de seguridad, scribds, taller, objetos SCORM, herramientas externas.
Video	Video streaming.
Videoconferencia	Videoconferencia.

Tabla 4: **Correlación de las actividades y recursos más comúnmente utilizados en Moodle con el tipo de tráfico**

Elaborado por: **Juca Lilia**

3.2.2.2. Análisis de la tasa de transmisión del tráfico.

Para obtener la tasa de transmisión que se requiere para transmitir los datos más comúnmente utilizados en la plataforma virtual Moodle, se toma en cuenta dos aspectos, el dimensionamiento del tráfico de datos y el número de usuarios concurrentes.

3.2.2.2.1. Dimensionamiento del Tráfico de datos

Para realizar el cálculo de la tasa de transmisión requerida por tráfico de datos, se considera el tipo de tráfico más comúnmente utilizado como se muestran en la tabla 4.

3.2.2.2.1.1. Página Web

Según la herramienta GTmetric (Gt.net.A.company, 2015) la página web de Moodle con un tamaño promedio de 48KB se carga en 1,7seg, luego la velocidad requerida es:

$$\text{Velocidad Transmisión}_{\text{WEB}} = \frac{48 \text{ KByte}}{1,7 \text{ seg}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} = 225,88 \text{ Kbps}$$

Entonces si un usuario ingresa a la plataforma virtual Moodle, necesita una velocidad de transmisión de 225,88 Kbps.

3.2.2.2.1.2. Texto plano

De acuerdo a las métricas web de Google el tamaño promedio de un texto plano en Moodle es de aproximadamente de 399 Bytes (Gt.net.A.company, 2015), luego el tamaño promedio en Kb es:

$$\text{Tamaño}_{\text{texto plano}} = 399 \text{ Bytes} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} = 3,19 \text{ Kb}$$

Entonces, la velocidad de transmisión necesaria para que un usuario realice una actividad que procesa texto plano en un segundo es:

$$\text{Velocidad Transmisión}_{\text{texto plano}} = \frac{3,19 \text{ Kb}}{1 \text{ min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} = 0,05 \text{ Kbps}$$

3.2.2.2.1.3. Transferencia de Archivos

Se considera el tamaño promedio de un archivo adjunto según las métricas web de Google para un archivo en cualquiera de los formatos, como se muestra en la tabla 3, que es de aproximadamente 477 KBytes (Gt.net.A.company, 2015).

Luego el tamaño promedio de un archivo es:

$$\text{Tamaño}_{\text{archivo}} = 477 \text{ KBytes} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} = 3816 \text{ Kb}$$

Entonces, la velocidad de transmisión necesaria para que un usuario realice una actividad que procesa un archivo en un segundo es:

$$\text{Velocidad Transmisión}_{\text{archivo}} = \frac{3816 \text{ Kb}}{1 \text{ min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} = 63,6 \text{ Kbps}$$

3.2.2.2.1.4. Video Streaming

Moodle permite acceder a diferentes sitios de reproducción de video como YouTube, Vimeo, a través de enlaces, para estimar la velocidad de transmisión requerida, se usa YouTube ya que es uno de los sitios web más utilizados en *streaming* de video (Youtube, 2015).

En la siguiente tabla se presenta, las velocidades de transmisión requeridas por YouTube, según la resolución de video.

Resolución	Bit rate (Kbps)	Calidad
426 x 240 (240p)	300	Baja
640 x 360 (360p)	500	Baja
854 x 480 (480p)	800	Media
1280 x 720 (720p)	1800	Alta
1920 x 1080 (1080p)	2400	Alta

Tabla 5: Tasa de transmisión de Video Streaming requerida en base a la resolución

Fuente: (A. D. Connection, 2008)

Al ser un video, un recurso complementario para el proceso de aprendizaje, se considera utilizar videos de calidad media con una tasa de transmisión de 800 Kbps, ya que existe una variedad de actividades para completar el proceso de aprendizaje.

3.2.2.2.1.5. Videoconferencia

Para el cálculo de la velocidad de transmisión requerida para que el Municipio de Cayambe ofrezca el servicio de videoconferencia se consideran los siguientes parámetros (CISCO, 2008), (BITCODIN, 2015):

- Codex H.264, ya que ofrece mejor calidad y un nivel aceptable de compresión
- Buena resolución de video 1280x720 a 25 fotogramas por segundo necesario en educación

- El tamaño del fotograma para el códec H.264 con esta resolución es de 18KBytes.

En base a estos valores, cada fotograma de 18KBytes es transmitido a través de las tramas IP de Internet por paquetes de corriente elemental de 188 Bytes, denominado PES (Packetized Elementary Stream), para su transmisión, esta corriente de paquetes es encapsulado en una trama IP, la trama IP tiene una carga útil de hasta 1500Bytes, si cada PES es de 188Bytes se puede transmitir un máximo de 7PES (1500/188) por trama IP, siendo su carga útil de datos 1316Bytes (7*188), a esto se aumenta los bytes de control que añaden los protocolos en la cabecera al navegar por los distintas capas de la red Ethernet, como se muestra en la siguiente figura:

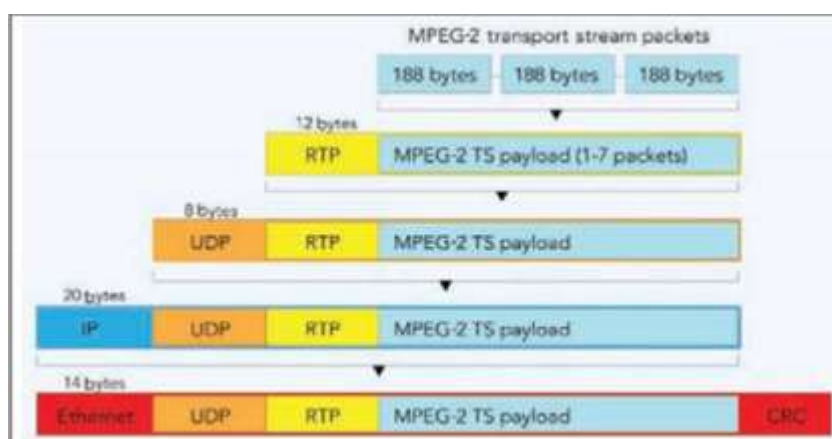


Figura 5: Encapsulación de video a través de la red Ethernet

Fuente: (NewBay Media, 2015)

El protocolo RTP es utilizado para la transmisión de contenido multimedia sobre la red en tiempo real, puede enviar tramas generadas por cualquier algoritmo de codificación como H.261.. H.264, MPEG-1, MPEG-2.

RTP está diseñado para trabajar junto con el protocolo de control RTCP para mantener la calidad en la transmisión de datos y proporcionar información sobre los participantes al iniciar una sesión, con direcciones de destino unicast o multicast.

RTP se encapsula sobre UDP, ya que TCP no sirve para la transmisión de aplicaciones en tiempo real.

Una de las funciones de RTP es multiplexar varios flujos de datos en tiempo real en un solo flujo de paquetes UDP, pudiéndose enviar a un solo destino (unicast) o a varios (multicast) (Gil Cabezas, 2008/2009).

El protocolo UDP es utilizado para la transmisión de audio y video en tiempo real, priorizando la velocidad (EcuRed, 2016).

De acuerdo a la ilustración y especificaciones iniciales, en la siguiente tabla se resume el total de bytes de control adicionales de 58 bytes que se añaden a la carga útil de 1316 bytes.

	ETHERNET	IP	UDP	RTP	7PES	FCS
Bytes	14	20	8	12	1316	4

Tabla 6: **Tamaño en bits de una trama de video sobre una red Ethernet**

Fuente: (NewBay Media, 2015)

Luego,

Para transmitir los 25 fotogramas se requiere un total de carga útil de 450000 Bytes.

El total de la carga útil = Tamaño de cada fotograma * total de fotogramas.

$$\text{Total carga útil} = 18000 \text{ Bytes} * 25 \text{ fotogramas} = 450000 \text{ Bytes}$$

El número total de tramas IP que se requiere para transportar el total de la carga útil es:

$$\text{El total de tramas IP} = \frac{\text{Total carga útil}}{\text{Carga útil por trama}}$$

$$\text{Total tramas IP} = \frac{450000 \text{ Bytes}}{1316 \text{ Bytes}} = 342$$

El total de Bytes de control a transportar por los 25 fotogramas es:

El total de bytes de control = Total de tramas IP * Bytes de control por trama

$$\text{Total bytes de control} = 342 \text{ tramas} * 58 \text{ Bytes} = 19836 \text{ Bytes}$$

Luego, el total de datos transmitidos es:

El total de datos transmitidos = total carga útil + total bytes de control

$$\text{Total datos transmitidos} = 450000 \text{ Bytes} + 19836 \text{ Bytes} = 469836 \text{ Bytes}$$

La velocidad de transmisión para videoconferencia se calcula según (IPICA ltd., 2015).

$$V_{tx \text{ videoconferencia}} = \frac{\text{Total de datos transmitido}}{1 \text{ fotograma}} * \frac{1 \text{ fotograma}}{\text{segundo}}$$

$$V_{tx \text{ videoconferencia}} = \frac{469836 \text{ Bytes} * 8 \text{ bits}}{1 \text{ fotograma}} * \frac{1 \text{ fotograma}}{\text{segundo}} = 3758688 \text{ bps}$$

$$V_{tx \text{ videoconferencia}} = 3,76 \text{ Mbps}$$

3.2.2.2.2. Dimensionamiento del número de usuarios

3.2.2.2.2.1. Muestra del número de usuarios de la plataforma virtual

La capacitación virtual a la ciudadanía cayambeña, estará dirigida a un máximo de 1425 usuarios, distribuidos en 25 estudiantes por curso y 3 cursos por Tutor, y un Administrador, como número ideal de participantes en cursos virtuales, según el Modelo Pedagógico para Proyectos de Formación Virtual recomendado por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (Meza, 2012).

Luego los usuarios de la plataforma virtual Moodle, estarán distribuidos como se muestra en la siguiente tabla:

Distribución de usuarios	Total Nro. Usuarios	Función
	1	Administrador
$\left(\frac{1424 \text{ usuarios}}{25 \text{ estudiantes}}\right) = 57 \text{ Cursos}$ $\left(\frac{57 \text{ cursos}}{3 \text{ cursos por tutor}}\right) = 19 \text{ Tutores}$	19	Tutores
SUBTOTAL	20	
$(1425 \text{ usar} - 20) = 1405 \text{ Estud.}$	1405	Estudiantes
TOTAL	1425	Usuarios

Tabla 7: **Distribución del número de usuarios de la Plataforma Virtual de Aprendizaje**

Elaborado por: **Juca Lilia**

3.2.2.2.2. Estadística de acceso a Internet en la ciudad de Cayambe

De acuerdo a datos estadísticos de INEC, en Cayambe la disponibilidad de conexión a Internet desde los hogares es del 6,24%.



Figura 6: **Estadística de acceso a Internet en la ciudad de Cayambe**

Fuente: (INEC-Instituto Nacional de Estadísticas y Censos , 2015)

Si consideramos una muestra de 1425 usuarios, el número de conexiones disponibles a Internet para acceso a la plataforma virtual es:

$$\text{Nro. de conexiones disponibles} = 1425 * 6,24\% = 88,92$$

3.2.2.2.3. Índice de simultaneidad

Para el desarrollo de este proyecto de capacitación virtual, cuyo objetivo es la adquisición o complementación de competencias, se considera cursos cortos, con una duración máxima de 2 meses y 1 hora diaria de estudio como mínimo, según recomendación del SECAP en lo que respecta a capacitación virtual (SECAP, 2013).

Luego, el índice de simultaneidad de 1 hora es $= \frac{1}{8}$ horas = 12,5%

3.2.2.2.4. Número de usuarios concurrentes

Se entiende como concurrentes a los usuarios que interactúan con el sistema al mismo tiempo, esto genera procesos de servidor web en memoria en una ventana de pocos segundos.

Luego,

El número de usuarios concurrentes es el producto entre el número de conexiones disponibles y el índice de simultaneidad.

Número de usuarios Concurrentes 1H = $88,92 * 12,5\% = 11,115$

3.2.2.2.3. Posibles combinaciones de tráfico en Moodle.

Para calcular la tasa de transmisión total que se requiere para la plataforma virtual, se toma como referencia el tráfico más comúnmente utilizado en las diferentes secciones PACIE detallado en la tabla 4.

A cada tipo de tráfico se le representa simbólicamente de la siguiente manera:

- Texto plano (T).
- Transferencia de Archivos en diferente formato (A).

- Video Streaming (VS).
- Video Conferencia (VC).
- Ingreso a la página Web de Moodle (W)

Para obtener un rango de la tasa de transmisión requerida, se considera cinco posibles combinaciones del tráfico más comúnmente utilizado en las diferentes secciones PACIE, en un instante determinado, así:

- I. Texto plano y página Web de Moodle (T, W).
- II. Texto plano, archivos en diferente formato y página Web de Moodle (T, A, W).
- III. Texto plano, video streaming y página Web de Moodle (T, VS, W).
- IV. Texto plano, video conferencia y página Web de Moodle (T, VC, W).
- V. Combinación del tráfico más pesado (T, VS, VC, A, W).

Un resumen de las posibles combinaciones de tráfico en las secciones PACIE, se muestran en la siguiente tabla:

Nro. secciones	Secciones PACIE	I	II	III	IV	V
1	Información	T	T	T	T	T
2	Comunicación	T	A	VS	T	VS
3	Interacción	T	T	T	VC	VC
4	Exposición	T	A	VS	T	VS
5	Rebote	T	T	T	T	T
6	Construcción	T	T	T	T	T
7	Comprobación	T	A	T	T	A
8	Retroalimentación	T	T	T	T	T
9	Negociación	T	T	T	T	T

Tabla 8: Posibles combinaciones de tráfico en las secciones PACIE

Elaborado por: Juca Lilia

Para obtener la tasa de transmisión de cada combinación de tráfico, se suman las tasas de transmisión de cada tipo de tráfico más común en cada sección, del cálculo realizado en el apartado anterior (*Dimensionamiento del Tráfico de datos*), se tiene que, la tasa de transmisión para cada tipo de tráfico es:

Tipo de tráfico	Tasa de transmisión (Kbps)
Texto plano	0,05
Archivo	63,60
VS (Video Streaming)	800
VC (Video Conferencia)	3760
Web	225,88

Tabla 9: Tasa de transmisión por tipo de tráfico

Elaborado por: Juca Lilia

Luego, dependiendo del tipo de tráfico que se utilice, la tasa de transmisión de cada combinación de tráfico es:

- I. $(T*9)+W = (0,05 \text{ Kbps} * 9) + 225,88 \text{ Kbps} = 226,33 \text{ Kbps}$
- II. $(T*6)+(A*3)+W=(0,05 \text{ Kbps} * 6) + (63,60 \text{ Kbps} * 3) + 225,88 \text{ Kbps} = 416,98 \text{ Kbps}$
- III. $(T*7)+(VS*2)+W=(0,05 \text{ Kbps} * 7) + (800 \text{ Kbps} * 2) + 225,88 \text{ Kbps} = 1826,23 \text{ Kbps}$
- IV. $(T*8)+(VC)+W=(0,05 \text{ Kbps} * 8) + 3760 \text{ Kbps} + 225,88 \text{ Kbps} = 3986,28 \text{ Kbps}$
- V. $(T*5)+(VS*2)+VC+A+W = (0,05 \text{ Kbps} * 5) + (800 \text{ Kbps} * 2) + 3760 \text{ Kbps} + 63,60 \text{ Kbps} + 225,88 \text{ Kbps} = 5649,73 \text{ Kbps}$

Entonces,

La tasa de transmisión más alta de todas las combinaciones de tráfico es: 5,649 Mbps y la tasa de transmisión promedio de todas las combinaciones es:

$$\frac{(0,226\text{Mbps}+0,416\text{ Mbps}+1,826\text{ Mbps}+3,986\text{Mbps}+5,649\text{Mbps})}{5} = 2,42\text{ Mbps}$$

3.2.2.2.3.1. Resultado de la tasa de transmisión requerida.

Para obtener la tasa de transmisión total que se requiere para el número de usuarios concurrente, se calcula una tasa de transmisión máxima y una tasa de transmisión promedio

Si consideramos la tasa de transmisión más alta de las combinaciones de tráfico (5,649 Mbps):

$$\text{Tasa de transmisión}_{\text{más alta}} = 11,115 * 5,649\text{Mbps} = 62,80\text{Mbps}$$

Luego,

La tasa de transmisión máxima que se requiere para transmitir el tráfico más pesado y comúnmente utilizado en la plataforma Moodle aplicando la metodología PACIE es 62,80Mbps.

Si consideramos la tasa de transmisión promedio de las combinaciones de tráfico (2,42 Mbps):

$$\text{Tasa de transmisión}_{\text{promedio}} = 11,115 * 2,42\text{Mbps} = 26,91\text{Mbps}$$

Luego,

La tasa de transmisión promedio que se requiere para transmitir el tráfico más comúnmente utilizado en la plataforma Moodle aplicando la metodología PACIE es 26,91Mbps. Un resumen de los cálculos realizados se muestra en el Anexo A.

3.2.3. Características de Hardware y Software mínimos requeridos por Moodle

Para seleccionar el servidor con las características mínimas que se requiere para soportar el tráfico más comúnmente utilizado en Moodle, el número de usuarios concurrentes y los servicios instalados como son el servidor web, base de datos y el sistema operativo, se calcula la capacidad del procesador y memoria, según los cálculos que realiza la herramienta ApacheJmeter para medir el rendimiento del servidor (Sanchez, 2013) .

3.2.3.1. Hardware

Procesador

Para seleccionar la capacidad del procesador se considera el número de procesos por CPU (Unidad de Proceso Central) en una ventana de pocos segundos. Cuando un usuario realiza una acción se inicia un proceso en el servidor web, según pruebas realizadas (Nevers, 2014).

Nro. de procesos_{usuarios} = Nro. de actividades en una posible combinación de tráfico por el Nro. de conexiones concurrentes.

Como se observa en la tabla 8, el número de actividades en una combinación de tráfico aplicando la metodología PACIE es nueve.

$$\text{Nro. de Procesos}_{\text{usuarios}} = (9 * 11,115) = 100 \text{ procesos}$$

Cabe recalcar que, el 20% corresponde a los procesos realizados por el servidor web para su funcionamiento con el sistema operativo y base de datos y el 80% a los procesos del usuario (Nevers, 2014).

Luego el número de procesos que realiza el servidor web aproximadamente es:

$$\text{Nro. de Procesos}_{\text{servidor web}} = \frac{20 \cdot 100}{80} = 25$$

$$\text{Nro. de Procesos}_{\text{Total}} = 100 + 25 = 125$$

Memoria

La memoria es un elemento importante en el rendimiento del equipo, el mismo que se ve afectado falta de la memoria principal, por ello se debe controlar que la suma de la memoria utilizada por los servicios instalados: servidor web, base de datos y el sistema operativo no supere la memoria principal RAM del servidor.

Para calcular el consumo de memoria se suma los siguientes parámetros según: (Sanchez, 2013).

- Heap.- área de memoria usada para procesar el contenido dinámico. Se considera la cota máxima de consumo de la RAM, que es esencialmente un cuarto de la memoria física con el límite de 1 GB.
- PermGen.- memoria usada por Java para almacenar el código estático de los procesos que se ejecutan en ella. El valor por defecto es 64 MB, en este valor está considerado otros procesos que realiza el sistema como son del servidor web y de la base de datos.
- Memoria de procesos.- Se necesita saber cuántos procesos se utilizan y cuanto ocupa cada proceso.
 - Nro. de procesos_{Total} = 125

- Cuanta memoria utiliza cada proceso.- el valor por defecto es 320KB, en este caso se considera el promedio del tráfico más comúnmente utilizado en una ventana de pocos segundos.

Tipo de tráfico	Tamaño (KB)
Texto plano	3,19
Archivo	477
Video Streaming	2000
Videoconferencia	469,836
Web	48
TOTAL	2998,026

Tabla 10: Capacidad en KB por tipo tráfico

Elaborado por: Juca Lilia

$$\text{Promedio tamaño tráfico} = \frac{2,998}{5} = 0,599MB$$

Luego, Máxima memoria de proceso = $125 * 0,599 = 74,9MB$

Entonces,

Tamaño Memoria = Heap + PermGen + Memoria de procesos

Tamaño Memoria _{total} = $1 + 0,064 + 0,075 = 1,14 \text{ GB}$

Luego, por cada 11 usuarios concurrentes se requiere aproximadamente, 1,14 GB de RAM para realizar las actividades más comúnmente utilizadas en las secciones de la metodología PACIE

Disco duro

Para dimensionar la capacidad de almacenamiento del disco duro, se considera la combinación del tráfico más pesado y comúnmente utilizado en la plataforma Moodle, aplicando la metodología PACIE.

Secciones PACIE	Combinación de tráfico más alta V	Tamaño Tráfico (KB)
Información	Texto plano	0,399
Comunicación	Video Streaming	2000
Interacción	Video Conferencia	469,836
Exposición	Video Streaming	2000
Rebote	Texto plano	0,399
Construcción	Texto plano	0,399
Comprobación	Archivo	477
Retroalimentación	Texto plano	0,399
Negociación	Texto plano	0,399
Ingreso a la Página Web Moodle	Web	48
TOTAL		4996,83

Tabla 11: **Combinación de tráfico más pesado en Moodle con la aplicación de la metodología PACIE.**

Elaborado por: **Juca Lilia**

Luego,

Capacidad Disco Duro = Tamaño total tráfico pesado * Nro. de usuarios de la plataforma.

Entonces:

$$\text{Capacidad Disco Duro} = 4,996\text{MB} * 1425 = 7119,3\text{MB} = 7,12\text{GB}$$

Estas características se toman como parámetros mínimos, se recomienda dejar una holgura suficiente por escalabilidad y futuros crecimientos (Gámez, 2013).

3.2.3.2. Software

En el servidor se considera implementar el servidor web, la base de datos y el servicio para manejar correo dentro de la plataforma Moodle, ya que el número de usuarios que utilizarán la plataforma y la estadística de acceso a Internet en la ciudad

de Cayambe según INEC no son altos. Sin embargo, se recomienda un servidor con características de proyección a un crecimiento tanto de usuarios como de tráfico.

Según (Moodle Pty Ltda, 2015) el software básico para el funcionamiento de la plataforma virtual de aprendizaje es:

Servidor

- Plataforma Virtual de aprendizaje Moodle
- Sistema Operativo
- Administrador de escritorio
- Servidor Web
- Lenguaje de programación
- Base de datos
- Correo electrónico
- Navegador

Cliente

- Conexión a internet
- Capacidad multimedia, Webcam.
- Navegador
- Cliente de Correo electrónico

3.3. Conclusión

Con el fin de obtener la tasa de transmisión que se requiere para soportar las actividades y recursos que utilizan los usuarios de la plataforma Moodle, se realiza el cálculo en base al dimensionamiento del tráfico más comúnmente utilizado con la aplicación de la metodología PACIE apropiada para entornos virtuales de aprendizaje y el número de usuarios concurrentes.

Cabe recalcar, que la tasa de transmisión puede variar dependiendo de las actividades y recursos que se planifique en las diferentes secciones de la metodología PACIE, por lo cual, se considera diferentes combinaciones de tráfico entre los más comúnmente utilizados, para lograr un rango de posibilidades que permita tener una idea clara de una tasa de transmisión mínima, máxima y promedio.

Para dimensionar las características del servidor de la plataforma virtual Moodle, se realiza un cálculo de la capacidad mínima del procesador, memoria y disco duro, en base a los servicios que va a ofrecer el servidor, la capacidad del tráfico a procesar y el número de usuarios que va a soportar la plataforma.

CAPÍTULO 4: ESTUDIO DE LA INFRAESTRUCTURA ACTUAL DE LA RED DE DATOS DEL MUNICIPIO DE CAYAMBE.

4.1. Introducción

El cantón Cayambe es uno de los 8 cantones de la Provincia de Pichincha, se encuentra ubicado al Noreste de la provincia, su superficie es de 1182 Km², altitud media, 2783 msnm, coordenadas UTM: 0_0.02'46.45"N-78_09'29.83"W1

Está conformada por 8 parroquias, tres urbanas: Ayora, Cayambe y Juan Montalvo y cinco rurales: Ascázubi, Cangahua, Cusubamba, Olmedo y Otón, Cayambe es la cabecera cantonal.



Figura 7: **Mapa Turístico Político y Vial Cayambe**

Fuente: (Municipio de Cayambe, 2016)

El Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural y Plurinacional (GADIP) del Municipio de Cayambe se encuentra ubicado en el sector centro del cantón, para desempeñar las funciones que le compete, tiene implementado una red WAN a través del cual se conectan a Internet, las dependencias del municipio se encuentran conectados a través de una red LAN para la transmisión de información.

4.2. Características de la Red WAN

4.2.1. Conexión Internet

La tasa de transmisión asignada a la red para el acceso a Internet es de 8 Mbps, utiliza un switch de capa dos administrable como equipo de acceso a través del cual se distribuye Internet a los usuarios.

A través de un Firewall se da seguridad a la red, el tráfico de la red pasa obligatoriamente por este sistema de seguridad que realiza filtrado de acceso a contenidos y páginas web, por http.

Mediante un portal cautivo se restringe el acceso a Internet, los funcionarios del Municipio para ingresar requieren usuario y clave.

4.3. Características de la Red LAN

4.3.1. Topología Lógica

La red LAN del municipio de Cayambe se basa en la tecnología estándar Ethernet con acceso al medio por contienda CSMA/CD (“Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones”), maneja una topología en estrella, cuyo nodo central es el switch administrable de capa dos (Cisco 2960S), a través del cual se realiza los enlaces de los racks que se encuentran implementados en las diferentes dependencias municipales y entidades independientes, formando el backbone de la red, maneja direccionamiento IP privado clase C.

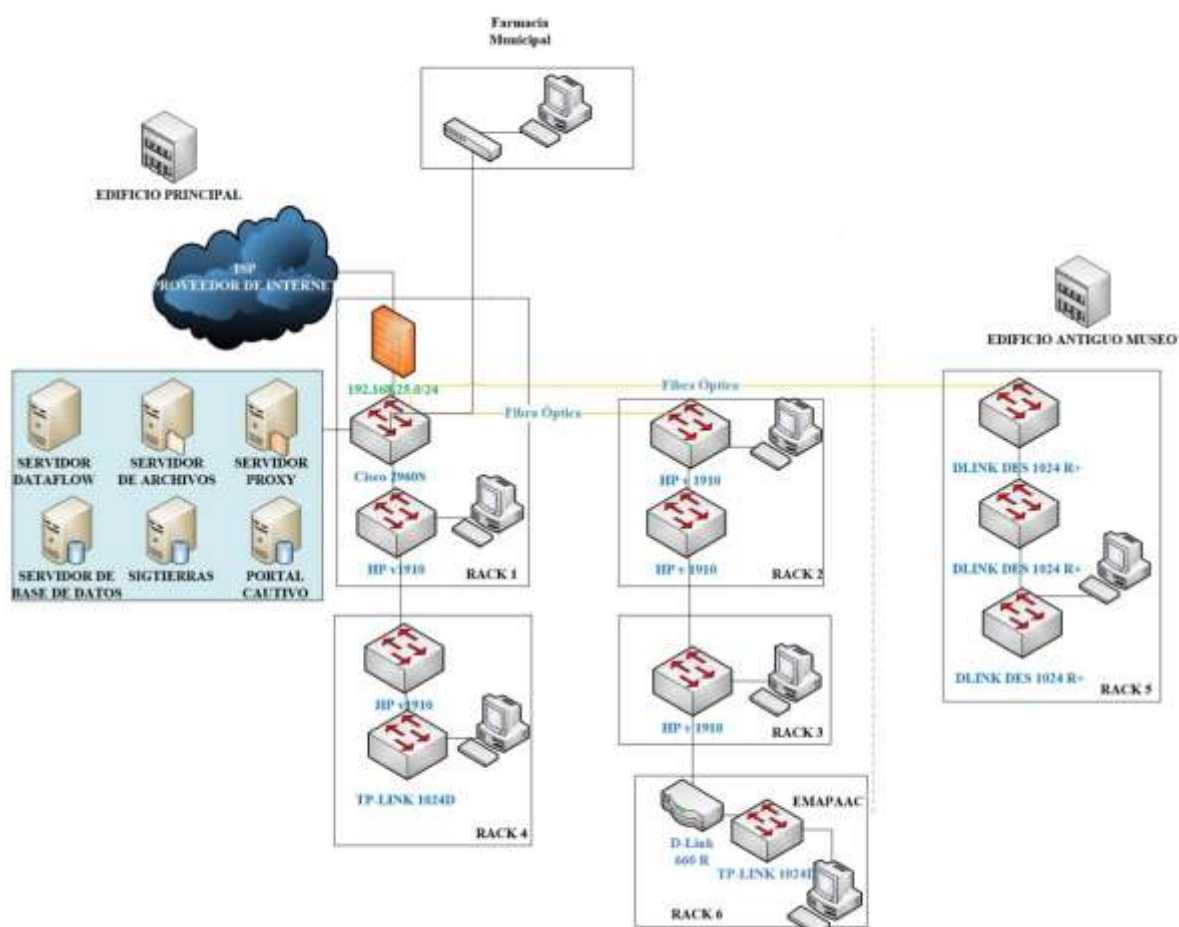


Figura 8: Infraestructura Física de la red LAN del Municipio de Cayambe

Fuente: Dirección Tecnológica del Municipio de Cayambe

4.3.2. Enlace de datos

El Municipio de Cayambe desempeña su función a través de dos edificios denominados Edificio Principal y Edificio Espinoza Jarrín (Edificio antiguo-Museo).

A la red LAN del Municipio se encuentran conectados varios departamentos dependientes e independientes con los que trabaja conjuntamente, los usuarios de estos departamentos acceden a la red e Internet mediante diferentes formas de conexión, dependiendo de la ubicación. El área principal de la infraestructura de la

red de datos se encuentra en el edificio principal, en donde está ubicado el Data Center.

Los departamentos municipales que se encuentran dentro del edificio principal se conectan a la red LAN a través de cableado estructurado con cable par trenzado UTP cat. 5e y 6A.

Otros departamentos municipales y entidades independientes que trabajan en conjunto con el Municipio se encuentran en el edificio Espinoza Jarrín, este edificio se conecta con el principal a través de fibra óptica.

Otras entidades independientes como la farmacia, se conecta a través de cable UTP.

Un resumen de las entidades, su función, ubicación y el tipo de conexión con el que acceden a la red LAN del Municipio de Cayambe, se describe en la siguiente tabla:

Entidad	Función	Ubicación	Tipo de Conexión
Edificio Principal (Dentro del Edificio funcionan Entidades dependientes e independientes del Municipio)	Dependencias: <ul style="list-style-type: none"> Administración del Municipio Entidades independientes: Cobro de agua e impuesto a la tierra. <ul style="list-style-type: none"> EMAPAAC SIGTIERRAS 	<ul style="list-style-type: none"> Centro de Cayambe Planta baja del edificio principal 	<ul style="list-style-type: none"> Cable par trenzado UTP Cat 5e y Cat 6A
Edificio Espinoza Jarrín (Dentro del edificio funcionan Entidades dependientes e independientes del Municipio)	Dependencias: <ul style="list-style-type: none"> Servicios de comunicación, turismo, culturales, deportivos. InfoCentro: Centro de Cómputo para ofrecer servicios de capacitación a la ciudadanía cayambeña Entidades independientes: <ul style="list-style-type: none"> Seguridad Ciudadana Junta de la Niñez y Adolescencia Consejo de la Niñez y Adolescencia Patronato Municipal 	<ul style="list-style-type: none"> Aproximadamente a 230 m del Edificio Principal Planta baja del edificio Espinoza Jarrín 	<ul style="list-style-type: none"> Fibra óptica. (Contiene un rack de equipos de comunicación)
Entidad independiente ubicada al lado del Municipio.	Entidades independientes: <ul style="list-style-type: none"> Farmacia Municipal 	<ul style="list-style-type: none"> A 20m. 	<ul style="list-style-type: none"> Cable UTP

Tabla 12: **Enlace de datos entre las entidades dependientes e independientes del Municipio**

Fuente: **Inventario de direcciones IP del Municipio de Cayambe**

Elaborado por: **Juca Lilia**

4.3.3. Infraestructura Física

En forma general posee las siguientes características:

Posee un Data Center con los siguientes equipos:

- Firewall
- Switch
- Servidores
- Aire Acondicionado
- Tablero de distribución de energía
- UPS (sistema de alimentación ininterrumpida)
- Maneja una topología en estrella.
- Tiene direccionamiento IP privado clase C
- La red de datos se basa en tecnología Ethernet
- Los medios de transmisión que utiliza son:
 - Cable de par trenzado UTP Cat. 5e (100Mbps) y Cat. 6A (1Gbps)
 - Fibra óptica.
- El Edificio Principal cuenta con 140 puntos de red de datos certificados y respectivamente etiquetados.
- El edificio Espinoza Jarrín no posee cableado estructurado

4.3.4. Número de usuarios

Aproximadamente 187 usuarios se conectan a la red LAN del Municipio, a este número se suman equipos que tienen asignados una dirección IP como las impresoras. El número de usuarios tiende a crecer, por lo que se instalan equipos adicionales como switch no administrables, routers inalámbricos para cubrir las necesidades de acceso a la red, un resumen del número de usuarios por departamento se muestra en la siguiente tabla:

Entidad	Función	Número Usuarios (IP)
Edificio Principal	Dependencias: <ul style="list-style-type: none"> Administración del Municipio Entidades independientes: Cobro de agua e impuesto a la tierra. <ul style="list-style-type: none"> EMAPAAC SIGTIERRAS 	<ul style="list-style-type: none"> 120 13 3
Edificio Espinoza Jarrín	Dependencias: <ul style="list-style-type: none"> Servicios de comunicación, turismo, culturales, deportivos. InfoCentro: Centro de Cómputo para ofrecer servicios de capacitación presencial a la ciudadanía cayambeña Entidades independientes: <ul style="list-style-type: none"> Seguridad Ciudadana Junta de la Niñez y Adolescencia Consejo de la Niñez y Adolescencia Patronato Municipal 	<ul style="list-style-type: none"> 15 21 3 2 4 7
Entidad independiente al frente del municipio.	Entidades independientes: <ul style="list-style-type: none"> Farmacia Municipal 	<ul style="list-style-type: none"> 2
TOTAL		187

Tabla 13: Número de usuarios que acceden a la red LAN

Elaborado por: Juca Lilia

4.3.5. Data Center

Los equipos de comunicación que contiene el Data Center de la red LAN son:

CANT.	EQUIPOS
6	Servidores físicos
1	Pantalla Samsung
1	Router Cisco System 800-S (Provee Internet a la red LAN)
1	Router Cisco Asa 5505-S (VPN SIGTIERRAS para el cobro del impuesto a la tierra)
1	Firewall NetCyclon marca Supermicro
3	Switch Cisco SF 100-24 Switch Cisco 2960 S Switch HP v1910-24g
2	Patch Panels marca Panduit Cat. 6
3	UPS marca Computer Power de 6 KVA UPS marca Tripp Lite de 2.2 KVA Smart UPS RT 1500 marca APC
1	Aire acondicionado marca Electrolux
2	Convertidores de fibra óptica
2	Regletas de energía

Tabla 14: Equipos del Data Center

Elaborado por: Juca Lilia

4.3.6. Sistema de Cableado Estructurado

4.3.6.1. Horizontal

El edificio principal del Municipio de Cayambe, cumple con las normas internacionales para cableado estructurado categoría 6A. El medio de transmisión utilizado es el cable de par trenzado UTP Cat. 6A, cuenta con la certificación de 140 puntos de red de datos y su respectiva etiquetación. *(Diego Borja, 2013)*

4.3.6.2. Vertical (Back Bone)

El Edificio Principal posee 4 Racks interconectados de la siguiente manera:

- El Rack uno y dos están interconectados con fibra óptica.
- El Rack uno y el cuatro están interconectados con cable UTP Cat. 6A
- El Rack dos y el tres están interconectados con cable UTP Cat. 6A

Para el enlace con el edificio Espinoza Jarrín

- El rack uno y cinco se interconectan a través de fibra óptica.

(Diego Borja, 2013)

4.3.7. Ubicación de los Racks

NRO. DE RACK	EDIFICIO	OFICINA
Rack 1	Edificio Principal	Data Center - Dirección de Tecnología y Comunicación (Tic)
Rack 2	Edificio Principal	Oficina de Concejalía
Rack 3	Edificio Principal	Oficina de Gestión de Desarrollo Territorial
Rack 4	Edificio Principal	Avalúos y Catastros
Rack 5	Edificio Espinoza Jarrín	Info. Centro
Rack 6	Edificio Principal	EMAPAAC

Tabla 15: **Ubicación de los Racks.**

Elaborado por: **Juca Lilia**

4.3.8. Servidores

A través de la red LAN del municipio se brindan varios servicios a los usuarios, para ello se encuentra implementado un Rack de servidores, ubicados en el Data Center, a continuación se detallan las características de los servidores:

Servidor de Base de Datos

- Marca: HP Proliant DL380G7.
- Sistema Operativo: Windows Server 2003.
- Base de Datos: My SQL.
- Software de aplicación: Olympto (Sistema Contable Financiero: contabilidad, roles de pago), SIM (Sistema de Información Municipal: avalúos, catastros)
- Función: El Municipio de Cayambe, a través de un sistema de gestión, mantiene una base de datos segura para los usuarios que manejen los sistemas financieros del Municipio.



Figura 9: **Servidor de Base de Datos HP Proliant DL380G7**

Fuente: (Hewlett Packard Enterprise, 2016)

Servidor de Archivos

- Marca: IBM
- Sistema Operativo: Ubuntu 12.0
- Paquete Instalado: Samba
- Función: Respalda información relevante a través de un servidor de archivos en la red para los usuarios de las diferentes oficinas del Municipio de Cayambe.
- El servidor de archivos, maneja el esquema de Cliente-Servidor, almacena y permite recuperar los datos tales como documentos, archivos de sonido, fotografía, películas, imágenes, etc., los mismos que pueden ser accesibles en

forma compartida por los ordenadores clientes que están conectados a la misma red LAN.



Figura 10: **IBM System x3650 M4**

Fuente: (IBM, 2016)

Servidor Proxy

- Marca: HP Proliant ML 310e Gen8 v2.
- Sistema Operativo: Centos 6.
- Paquete Instalado: Apache
- El Municipio de Cayambe, restringe el acceso a redes sociales y a videos en línea, para mejorar la productividad del trabajo de los usuarios de la red y evitar la saturación de la misma.



Figura 11: **Servidor Proxy HP Proliant ML 310e Gen8 v2**

Fuente: (Hewlett Packard Enterprise, 2016)

Servidor Dataflow.

- Marca: dikt@.
- Sistema Operativo: Windows 7.
- Base de Datos: My SQL.

- **Función:** Realizar un seguimiento de trámites de forma que se dé una respuesta rápida a las solicitudes ingresadas al Municipio.



Figura 12: Servidor DATAFLOW
Fuente: **Juca Lilia**

Servidor Sigtieras

- **Marca:** DELL T710 XEON POWEREDGE
- **Sistema Operativo:** Centos6.
- **Software de Aplicación:** Sistema Nacional de Administración de Tierras (SINAT).
- **Función:** El SINAT es un sistema de información para la gestión catastral de los predios rurales de todo el país y apoya el registro de la propiedad de cada uno de los Municipios donde haya intervenido el programa Sigtieras.



Figura 13: Servidor Sigtieras DELL T710 XEON POWEREDGE
Fuente: **(DELL, 2016)**

Servidor de Hosting Reseller. (Empresa corporativa)

- Función: El Municipio de Cayambe sostiene un contrato con la empresa corporativa Hosting Reseller de almacenamiento con réplica de la información del Municipio, a través de un servidor dedicado que se encuentra en EE.UU.
- Permite crear hasta 30 dominios.

Servidor de Portal Cautivo Interno

- Marca: SUPERMICRO Modelo S12-13
- Procesador: CoreI7
- Sistema Operativo: CENTOS
- RAM: 4 GB
- Función: Este portal es utilizado como firewall para acceder a Internet, para los empleados se tiene restringidas páginas pornográficas, YouTube y Facebook. Para ingresar requieren usuario y clave por empleado.

4.3.9. Networking

4.3.9.1. Switch

El Data Center del Municipio de Cayambe, tiene implementado switch de varias marcas que actúan como switch de acceso, para la conexión de los usuarios a la red y a Internet, como se muestra en la siguiente tabla:



SWITCH	CARACTERÍSTICAS	FUNCIÓN
SWITCH CISCO 2960 S 	<ul style="list-style-type: none"> • Capa 2 • Administrable • 24 puertos Gigabit Ethernet 	Es el switch principal para la interconexión de la red interna LAN del Municipio. (Enlaces backbone).
SWITCH HP V1910 (JE006A) 	<ul style="list-style-type: none"> • Capa 3 • Administrable por medio de Telnet y HTML • Incluye software de administración • 24 puertos 	Es utilizado para la interconexión de los usuarios en una sección de la planta alta del edificio principal.

Tabla 16: Switch

Fuente: (CISCO, 2008) (Hewlett Packard Enterprise, 2015)

Elaborado por: Juca Lilia

4.3.10. Seguridad Perimetral

4.3.10.1. Firewall

El Firewall NETCYCLON sirve para dar seguridad a la red de área local (LAN) del Municipio de Cayambe, el tráfico de la red pasa obligatoriamente por este sistema de seguridad, realiza filtrado de acceso a contenidos y páginas web.



Figura 14: Firewall NetCyclon

Fuente: (HighTelecom, 2008)

4.3.10.2. Portal Cautivo

El acceso a internet implica responsabilidades de uso y está expuesto a diversas manipulaciones de contenidos no adecuados dentro de los principios constitucionales de la República, por lo que para salvaguardar la integridad de los usuarios, el

Municipio de Cayambe maneja un portal cautivo, que permite forzar la autenticación o redirección a una página predeterminada, con el fin de añadir una capa de seguridad en el acceso a internet.

4.4. Conclusión

- La red LAN implementada en el Municipio de Cayambe, no maneja una red jerarquizada.
- Requiere la segmentación de la red en VLAN para la mejor administración de la red.
- El cableado estructurado del Edificio Espinoza Jarrín en donde se encuentra el centro de cómputo, no se encuentra certificado, solo 140 puntos del Edificio Principal cumplen este requisito.
- Pese al ancho de banda que contrata el municipio de Cayambe para la red LAN, los usuarios manifiestan que su conexión a Internet es lenta, por lo que hay que llevar un control sobre el uso de la red.
- Actualmente no se conoce el estado de los servidores, ni equipos de comunicación, se requiere que a través de un software de gestión de redes se pueda ver datos sobre el uso del disco duro, carga de memoria, procesador, interfaces de redes activas, tráfico de red, etc., pero para ello se requiere que en todos los equipos se encuentre instalado el protocolo SNMP (Protocolo Simple de Administración de Red).
- La red LAN es una red privada que presenta limitaciones en cuanto al número de puntos certificados, frente al constante crecimiento del número de sus usuarios.
- Al ser el Municipio de Cayambe una institución pública, es necesario mantener documentado todo lo referente a equipos y sus configuraciones, servidores con sus respectivos manuales de uso, inventarios actualizados.

- El actual ancho de banda asignado a la red LAN del municipio no es suficiente para la tasa de transmisión requerida para el tráfico de la plataforma virtual de aprendizaje.
- La seguridad que se maneja a través del firewall y el servidor proxy no transparente no garantizaría la seguridad de los datos de la plataforma virtual de aprendizaje.
- No se maneja prioridad de servicios para el tráfico de mayor importancia, como son videos o videoconferencia, recursos a utilizarse en la plataforma virtual de aprendizaje.

CAPÍTULO 5: INFRAESTRUCTURA MÍNIMA DE LA RED DE COMUNICACIONES NECESARIA, PARA PROPORCIONAR UNA PLATAFORMA VIRTUAL DE APRENDIZAJE.

5.1. Introducción

En este capítulo se plantea una infraestructura de red de comunicaciones para proporcionar capacitación virtual, a través de la plataforma Moodle, tomando en cuenta los siguientes elementos críticos:

- La capacidad del enlace a Internet.
- Calidad de servicio (QoS)
- La seguridad de los datos

5.2. Infraestructura básica para una plataforma virtual de aprendizaje

En el siguiente esquema se presenta la infraestructura básica para distribuir y mostrar los contenidos de una capacitación virtual a través de Internet.

5.2.1. Características

Este esquema es la base para la propuesta de los componentes básicos que debe tener la infraestructura física de una plataforma virtual de aprendizaje, misma que consta del servidor con el software que soporte la capacitación virtual, el equipo de conexión para establecer la comunicación a internet, mediante el cual se conecta con los usuarios y el ISP (Proveedor de Servicio de Internet).

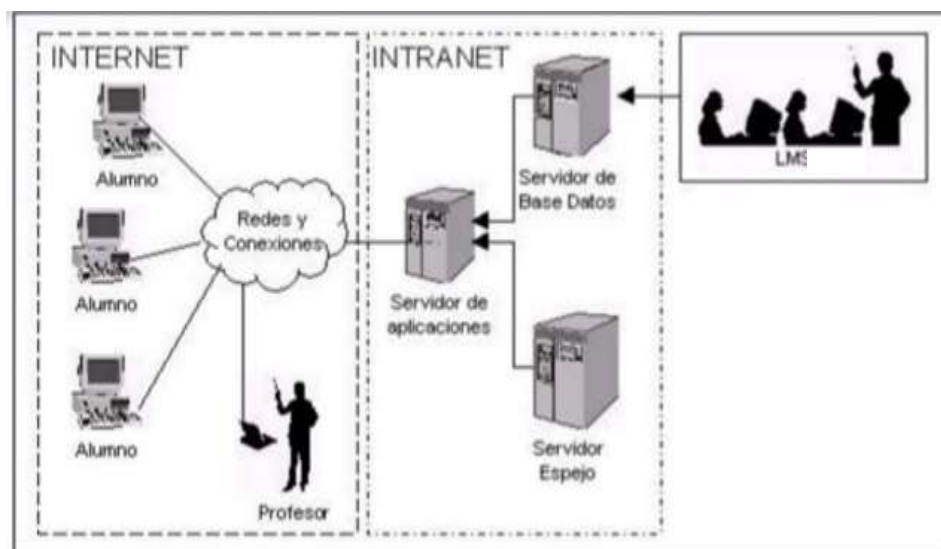


Figura 15: **Esquema Infraestructura básica de una Plataforma Virtual de Aprendizaje**

Fuente: (Chamilo User Day Latinoamérica , 2015)

5.2.2. Integración a la infraestructura del Municipio de Cayambe

La integración a través de equipos conmutación (switch), cableado estructurado, y equipos de seguridad perimetral (firewall) se hace necesaria con el fin de aprovechar los equipos de comunicación que tiene la infraestructura de la red del Municipio de Cayambe, para optimizar costos y ofrecer nuevos servicios.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los equipos de la red del Municipio de Cayambe y sus principales características.

EQUIPOS	CARACTERÍSTICAS
Conexión WAN	<ul style="list-style-type: none"> • Enlace de Internet 1:1 (8Mbps)
Router	<ul style="list-style-type: none"> • Router Cisco System 800 S (Provee Internet a la red LAN)
Router	<ul style="list-style-type: none"> • Router Cisco Asa 5505 S (VPN SIGTIERRAS)
Servidores	<ul style="list-style-type: none"> • Servidor de Base de Datos: HP Proliant DL380G7 • Servidor de Archivos: IBM • Servidor Proxy: HP Proliant ML 310e Gen8 v2 • Servidor DATAFLOW: dikt@ • Servidor SIGTIERRAS: DELL T710 Xeon Poweredge • Servidor de Portal Cautivo: SUPERMICRO Modelo S12-13
Firewall	<ul style="list-style-type: none"> • NetCyclon marca Supermicro <ul style="list-style-type: none"> ○ Procesador de 4 núcleos, hasta 320 usuarios ○ Memoria hasta 8 GB de memoria ○ Almacenamiento 1 TB de capacidad ○ 6 interfaces de red 10/100/1000 Mbps ○ 2 puertos USB, 1 puerto RS-232. ○ 2 tarjetas de red
Switch de acceso	<ul style="list-style-type: none"> • Switch Cisco 2960 S <ul style="list-style-type: none"> ○ Capa2, administrable, 24 puertos RJ-45 10/100/1000Mbps. ○ Es el switch principal para la interconexión de la red LAN del municipio. (enlace de backbone) • Switch HP v1910-24g <ul style="list-style-type: none"> ○ 24 puertos RJ-45 10/100/1000Mbps ○ 4 puertos SFP 1000Mbps, compatible con CISCO ○ 2 puertos de enlace ascendente uplink gigabit Ethernet ○ Utilizado para la interconexión de los usuarios en una sección de la planta alta del edificio principal.
Patch panels	<ul style="list-style-type: none"> • Marca Panduit Cat 6.
Cableado Horizontal	<ul style="list-style-type: none"> • Cable UTP Categoría 5e Velocidad 10/100 Mbps • Cable UTP Categoría 6A Velocidad 10/100/1000 Mbps
Cableado vertical o Backbone	<ul style="list-style-type: none"> • Fibra óptica 100 base FX (multimodo) • Cable UTP Categoría 6A 10/100/1000Mbps
Convertidores de fibra óptica	<ul style="list-style-type: none"> • Since 1993 10/100 Base WDM (monomodo) (Proveedor de Internet CNT LAN) • DLINK DMC-300 SC 100 Base FX (Rack2-concejalía) • FIBER MEDIA CONVERTER MMF 100 Base FX (Rack5-infocentro)
Respaldo de energía	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene instalado un sistema de distribución de energía. • Cuentan con un generador eléctrico en casos de cortes de energía. • Iluminación con lámparas empotrables de techo. • Interconexión de un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS). <ul style="list-style-type: none"> ○ UPS marca Computer Power de 6KVA. ○ UPS marca Tripp Lite de 2.2 KVA ○ Smart UPS RT 1500 marca APC
Racks de comunicaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo armario de 42 U
Sistema de enfriamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Aire acondicionado Electrolux

Tabla 17: Especificaciones técnicas de Networking del Municipio de Cayambe

Fuente: (CISCO, 2008) (DELL, 2016) (Hewlett Packard Enterprise, 2016) (IBM, 2016)

Elaborado por: Juca Lilia

5.2.2.1. Infraestructura física

5.2.2.1.1. Servidor

El servidor es un equipo que ofrece servicios a los clientes a través de una red, para ofrecer el servicio de capacitación virtual a través de Internet mediante la plataforma Moodle, se requiere un servidor que soporte el procesamiento de todos los servicios que se transmiten en la plataforma virtual Moodle: video Streaming, video conferencia, transferencia de archivos, navegación web, correo interno.

En el capítulo III, se realiza un cálculo de las características mínimas de un servidor para la implementación de la plataforma Moodle, el cálculo se realiza en base a la muestra del número total de usuarios de la plataforma, número de usuarios concurrentes, tamaño del tráfico a transmitir, los procesos del usuario y los procesos realizados por el servidor web para su funcionamiento con el sistema operativo y base de datos.

El servidor debe soportar multitarea, ya que los usuarios concurrentes realizan al mismo tiempo varias actividades ya sea la revisión de un video, el envío de mensajes, la participación de un foro, la entrega de una tarea, etc., además de las actividades que se realizan en el servidor como la ejecución de un antivirus, por lo que se requiere un CPU con varios núcleos, esta característica es apropiada para la visualización de un video ya que procesa varios fotogramas al mismo tiempo, sumando rendimiento al equipo (Diez, 2016).

Tomando como base las características mínimas analizadas, se recomienda una holgura suficiente por escalabilidad y futuros crecimientos. (Gámez, 2013).

Así, se considera una memoria RAM para el servidor de 16GB, ya que si el servidor web ocupa un 20%, la memoria disponible sería $16\text{ GB} - 20\% = 12,8\text{ GB}$, luego el número máximo de usuarios concurrentes que soportaría con esta memoria se obtiene dividiendo la memoria disponible para el consumo de usuario conectado, este último depende del tamaño de tráfico que se utilice, si prevemos un crecimiento de tráfico a 50MB por usuario el número máximo de usuarios concurrentes que soportaría es: $\frac{12800\text{MB}}{50\text{ MB}} = 256$ (Moodle Org., 2012). Las características de hardware y software recomendado en el servidor se muestran en la tabla 18.

5.2.2.1.2. Switch

A un switch se le puede considerar como un puente multipuerto que conecta dispositivos o segmentos de red, para pasar datos de un segmento a otro, luego un switch divide una LAN en varios dominios.

El switch de capa 2 al definir claramente el dominio de cada segmento de red, facilita múltiples transmisiones al mismo tiempo a un segmento de la red sin que afecte a otro segmento (dominio).

El switch de capa 3 además de las funciones de un switch de capa 2, permite enrutar los datos entre diferentes redes, mediante un camino establecido en base a la información de capa 3, otra característica es la creación y comunicación entre redes virtuales VLAN (LAN Virtual) (Neuman, 2015) .

Entre otros de los servicios que ofrece el switch de capa 3 está la priorización de tráfico para manejar calidad de servicio (QoS) (Hewlett Packard Enterprise, 2015).

Al transmitirse por la red diferente tipo de tráfico es necesario aplicar Calidad de Servicio (QoS), el mismo que deberá ser implementado por el administrador de la red.

Del estudio sobre la infraestructura de la red de comunicación de datos del municipio de Cayambe, realizado en el capítulo IV, el switch que une el backbone de la red LAN, es de capa 2. En este punto de la red, se recomienda realizar QoS, para optimizar el ancho de banda en la transmisión de tráfico convergente que manejan los usuarios en la plataforma Moodle, para lo cual se recomienda utilizar un switch administrable capa 3.

Se considera utilizar el switch HP v1910 de capa 3, que actualmente se encuentra implementado como switch de acceso, en el rack 4, y en su lugar implementar el switch Cisco 2960S de capa 2, ya que suple las necesidades básicas de comunicación en este punto. Las características del switch recomendado se muestran en la tabla 18.

5.2.2.1.3. Firewall

El Firewall es un dispositivo o software que permite controlar y filtrar el tráfico que circula entre dos redes o dentro de una misma red, se basa en reglas permisivas o restrictivas, para permitir o denegar el acceso al servidor u ordenado de una red (Geekland, 2016). Como los usuarios de la plataforma virtual de aprendizaje van a ingresar vía web, se requiere implementar reglas de seguridad para proteger el servidor de Moodle de accesos no deseados, para ello se considera utilizar el firewall de la red del municipio de Cayambe. Las características del Firewall se muestran en la tabla 18.

5.2.2.1.4. Medio de transmisión

El medio que se considera utilizar para transmitir los datos entre el servidor de la plataforma virtual de aprendizaje y el switch que une el backbone de la red LAN del municipio de Cayambe es el Cable UTP Cat. 6A, que cumple con los requerimientos de los estándares ANSI/TIA 568C.2 (Instituto Nacional Estadounidense de Estándares/Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones) e ISO/IEC 11801 (Organización Internacional de Normalización/Comisión Electrotécnica Internacional), apropiado para enlaces de alta capacidad de transmisión. Las características del medio de transmisión se muestran en la tabla 18.




Servidor	Hardware	Intel® Xeon ® Processor E5-2630 v3 <ul style="list-style-type: none"> • Velocidad procesador: 2,4 GHz o superior • Número de núcleos 8 • RAM DDR4 de 16Gb o superior. • Disco de 1 TB • Conectividad de 10 a 40 Gbit Ethernet • Más detalles en el Anexo B.
	Software	Servidor <ul style="list-style-type: none"> • Sistema operativo Centos tipo web server • Administrador de escritorio GNOME • Servidor web Apache 2.2.16 • Base de datos MySQL • Moodle versión estable 2.9.3 • Lenguaje de programación Web PHP (Hipertext Preprocessor) versión 5.6.4 o superior • Correo: senmail. • Video conferencia: Open Meeting • Navegador: Mozilla Firefox 3.5 o superior Cliente <ul style="list-style-type: none"> • Conexión a internet • Capacidad multimedia, Webcam. • Navegador: Mozilla Firefox 3.5 o superior • Cliente de Correo electrónico.
Switch 		HPV1910 24G (JE006A) <ul style="list-style-type: none"> • 24 puertos RJ-45 10/100/1000Mbps • 4 puertos SFP 1000Mbps, compatible con CISCO • 2 puertos de enlace ascendente uplink gigabit Ethernet • Más detalles en el Anexo C.
Firewall 		NeyCyclon <ul style="list-style-type: none"> • Procesador de 4 núcleos. • Memoria hasta 8 GB de memoria • Almacenamiento 1 TB de capacidad • Interfaces hasta 6 interfaces de red 10/100/1000 Mbps • 2 puertos USB, 1 puerto RS-232. • Tarjetas de red • Más detalles en el Anexo D.
Medio de Transmisión 		Cable UTP Cat 6A <ul style="list-style-type: none"> • Transmisión: 10 Gbps sobre para trenzado • Par trenzado apantallado de cuatro pares • Frecuencia: 500MHz • Más detalles en el Anexo E.

Tabla 18: Especificaciones técnicas de los equipos para la implementación de la plataforma virtual de aprendizaje Moodle

Fuente: (Intel Corporation, 2015), (ORACLE, 2016), (HP Networking, 2016), (HighTelecom, 2008), (LANPRO, 2010)

Elaborado por: Juca Lilia

5.2.2.2. Infraestructura lógica

5.2.2.2.1. Seguridad perimetral

Con el fin de proteger los datos del servidor de la plataforma virtual de aprendizaje y la red del municipio de Cayambe de posibles ataques desde el Internet se considera implementar un conjunto de soluciones.

El servidor de la plataforma Moodle va a estar expuesto a Internet, ya que funcionará como servidor web y de correo, por lo que se recomienda ubicarlo en un lugar a parte de la red del municipio, en una zona llamada DMZ (zona desmilitarizada), con esta infraestructura se facilita el acceso al servidor de Moodle desde internet y se protege de cualquier ataque a la red local del municipio de Cayambe.

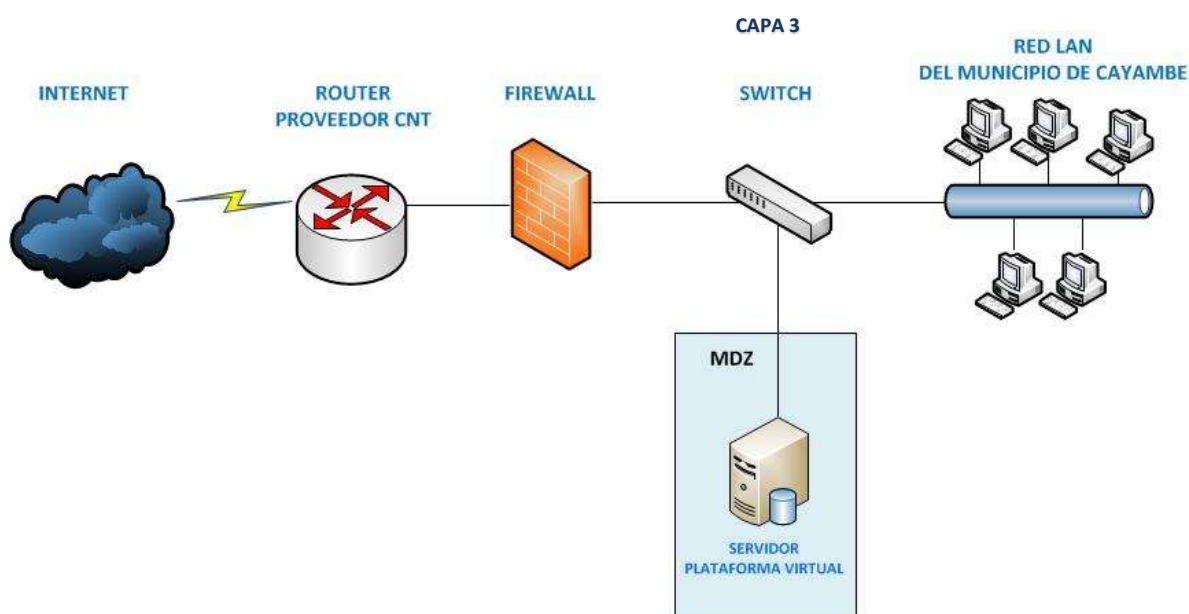


Figura 16: Esquema de Firewall entre la red LAN del municipio de Cayambe e Internet con zona desmilitarizada para servidor de Moodle expuesto usando IP pública.

Elaborado por: Juca Lilia

Un cortafuego funciona en base a reglas: la política permisiva y la política restrictiva.

La política permisiva que acepta todo el tráfico menos el que se ha denegado expresamente.

La política restrictiva que deniega todo el tráfico menos lo que se acepte expresamente. Esta última política es la más segura y la que se recomienda mantener.

Partiendo de la política restrictiva que deniega todo el tráfico menos lo que se acepte expresamente, el administrador de la red deberá conocer claramente los puertos que deben estar abiertos y cerrados, el mismo que puede apoyarse en ciertas herramientas dependiendo del sistema operativo del servidor para descubrir los puertos que se encuentran activos (Altadill, 2016).

Los puertos que se contemplan en este proyecto específicamente para el manejo de las actividades y recursos más comúnmente utilizados en la plataforma Moodle son:

Nombre del servicio	Descripción	Nro. Puerto
HTTP	Protocolo de transferencia de hipertexto	80
SSH	Intérprete de órdenes seguro, para acceso remoto a través de una red, para que la transmisión de la información sea segura.	22
HTTPS	Protocolo de transferencia de hipertexto seguro	443
SNMP	Protocolo simple de administración de red	161
MYSQL	Software de gestión de base de datos de código abierto	3306
FTP	Protocolo de transferencia de archivos	21
RTSP	Real Time Streaming	554
SMTP	Transferencia simple de correo	25
IMAP	Protocolo de acceso a mensajes de Internet	143
IRC	Chat en tiempo real	194

Tabla 19: **Puertos de los aplicativos más comúnmente utilizados en la plataforma Moodle**

Fuente: (IANA ORG., 2016)

Elaborado por: **Juca Lilia**

Según (Altadill, 2016), las reglas que se consideran en el firewall aceptar expresamente para acceder al servidor de la plataforma Moodle, son:

- Aceptar el acceso total a la IP del administrador de la red
- Aceptar el acceso a la IP del servidor web a través del puerto 80
- Aceptar el acceso a la IP del administrador de la red a través del puerto 22 (SSH), para su gestión.
- Acceso a la administración de la red (SNMP) a través del puerto 161.
- Acceder al servicio de transferencia de hipertexto seguro (HTTPS) a través del puerto 443.
- Acceder al servicio de base de datos MYSQL a través del puerto 3306
- Acceder al servicio de transferencia de archivos (FTP) a través del puerto 21
- Acceder al servicio de Streaming en tiempo real (RTSP) a través del puerto 554
- Aceptar el servicio de transferencia simple de correo (SMTP) a través del puerto 25.
- Aceptar el servicio de acceso a mensajes de Internet (IMAP) a través del puerto 143.
- Acceso al servicio de chat en tiempo real (IRC) a través del puerto 194.
- Se cierra el acceso de la DMZ a la LAN

5.2.2.2.2. Dirección IP pública

El proveedor de servicio de Internet asigna la IP pública, esta dirección es utilizada por el Firewall para hacer NAT (Traducción de dirección de red) a la dirección privada de la red.

5.2.2.2.3. Ancho de banda

La tasa de transmisión que se obtiene en el capítulo III, analizada para soportar un tráfico de 1425 usuarios, distribuidos en un administrador, 19 docentes y 1405 estudiantes, cada docente está a cargo de 3 cursos cada uno de 25 estudiantes, por lo tanto se manejan 57 cursos en total, con una dimensión de 11 usuarios concurrentes.

En base a estos parámetros se obtiene una tasa de transmisión promedio de 26,89 Mbps y máxima de 62,78 Mbps, se recomienda contratar un ancho de banda promedio de 45 MB simétrica, tanto de subida como de bajada, para soportar el tráfico de la plataforma Moodle.

5.2.2.2.4. Calidad de servicio (QoS)

QoS es la capacidad de asignar recursos de la red para el control y gestión de tráfico, basado en sus requerimientos, con el fin de garantizar un rendimiento equilibrado de la red.

Según CISCO *“QoS es la habilidad que tiene una red para proveer un servicio mejor o “especial” a un grupo de usuarios o aplicaciones o a ambos, restringiendo a otros usuarios o aplicaciones o a ambos.”*

Al circular por la red diferente tipo de tráfico es necesario aplicar Calidad de Servicio (QoS), para controlar el ancho de banda y poder asegurar un buen desempeño de la red.

Según (Wang, 2001), para la implementación de QoS, se siguen los siguientes pasos:

- Identificación del tráfico y sus requerimientos

- Clasificación y marcaje del tráfico basado en sus requerimientos
- Definición de políticas de QoS para cada clase

5.2.2.2.4.1. Identificación del tráfico y sus requerimientos

El tráfico a circular por la plataforma virtual de aprendizaje Moodle es navegación Web, foros, chat, transferencia de archivos, video conferencia, video streaming, correo, este tráfico presenta diferentes comportamientos y requerimientos al circular por Internet, así, el Video Streaming se ve afectado por falta de ancho de banda, la navegación Web por el ancho de banda y pérdida de paquetes, en la siguiente tabla se clasifica los requerimientos:

Tipo de tráfico	Requerimiento
Video Conferencia (VC) Video Streaming, (VS)	Mayor ancho de banda
Transferencia de Archivos (A)	Entrega Garantiza (sin pérdida de datos)
Navegación Web Plataforma (W)	
Texto plano (T)	

Tabla 20: **Identificación del tráfico y su requerimiento**

Elaborado por: **Juca Lilia**

5.2.2.2.4.2. Clasificación y marcaje del tráfico

Una recomendación para aplicar calidad de servicio es hacer la clasificación lo más cercano a la fuente de tráfico posible, en este caso en el switch de acceso HPv1910 que accede directamente a través de uno de sus puertos al servidor de la plataforma virtual

Para responder a las necesidades de servicios que requiere el usuario de la plataforma se considera utilizar la modalidad de servicios diferenciados (Diffserv),

que identifica las comunicaciones según el paquete, para cada paquete, la red analiza una marca dependiendo de la marca el administrador de la red aplicará la calidad de servicio (RFC-Base .ORG, 2015).

El marcaje de paquetes IP se lo realiza utilizando el campo DSCP (Differentiated Service Code Point) de 6 bits, que indica cómo se debe manejar un datagrama.

El valor DSCP define 4 tipos de comportamientos:

- BE (Best Effort) Mejor esfuerzo.
- Scavenger (menor que Best Effort)
- EF (Expedited Forwarding – Reenvío Acelerado)
- AF (Assured Forwarding – Reenvío Asegurado): Ancho de banda garantizado

Mejor esfuerzo (BE).- Es la clase por default, el primer paquete que ingresa es el primero en salir (FIFO), es susceptible a descartar paquetes, no realiza QoS.

Reenvío Acelerado (EF).- Garantiza un retardo mínimo, ya que garantiza ancho de banda, sin probabilidad de descarte de paquetes.

Reenvío Asegurado (AF).- Garantiza ancho de banda, permite acceso a ancho de banda extra si hay disponibilidad, dispone de cuatro clases de estándares: AF1, AF2, AF3, AF4, (1 menor prioridad, 4 mayor prioridad), cada una de estas clases maneja 3 subclases 1, 2, 3 que representan la probabilidad de descarte de paquetes (1 mínima probabilidad, 3 máxima probabilidad).

En base a la identificación del tráfico y sus requerimientos, se establece la siguiente clasificación y marcaje:

Tipo de tráfico	Requerimiento	Clase	Marca
Video Streaming (VS) Video conferencia (VC)	Mayor ancho de banda	Tráfico importante	DSCP=46=EF
Transferencia de Archivos (A)	Entrega Garantiza (sin pérdida de datos)	Mission-Critical	DSCP=34=AF41
Navegación Web Plataforma (W)			
Texto plano (T)			

Tabla 21: Clasificación y marcaje del tráfico

Elaborado por: Juca Lilia

5.2.2.2.4.3. Definición de políticas de calidad de servicio (QoS)

Se define el nivel de servicio para cada clase de tráfico, en el que se especifica el nivel de prioridad y el ancho de banda (BW) garantizado.

Para calcular el porcentaje de ancho de banda dedicado a cada clase de tráfico se toma como referencia la tasa de transmisión que se requiere para cada uno, calculado en el capítulo III.

El porcentaje de ancho de banda calculado en el siguiente cuadro puede ser tomado como una cota de referencia máxima.

Tipo de tráfico	Protocolo/ puerto	Tasa de transmisión (Kbps)	% BW	Clase	Requerimiento	Marca	Políticas Prioridad
Video Conferencia	RTP	3760	69,8				
Video Streaming (VS)	RTSP / 554 (Real Time Streaming)	800	14,8	Tráfico Importante	Mayor ancho de banda	DSCP=46 =EF	Alta
Chat	IRC / 194	0,05	0,0009				
Subtotal		4560,05	84,6				
Transferencia de Archivos (A)	FTP / 21	63,60	1,2	Mission-Critical	Entrega Garantiza (Sin pérdida de datos)	DSCP=34 =AF41	Media
Texto plano (T)		0,05	0,0009				
Navegación Web(W)	HTTP / 80	225,88	4,2				
Correo	SMTP / 25	0,05	0,0009				
Subtotal		289.58	5.4009				
TOTAL		4849.63	90%				

Tabla 22: Definición de políticas de QoS

Elaborado por: Juca Lilia

El 10 % se asigna al tráfico dedicado al manejo de la red, señalización y enrutamiento.

5.2.2.2.5. Software para la implementación de la Plataforma Virtual Moodle

Ya que el número de usuarios de la plataforma Moodle en este proyecto no es alto, se considera la instalación de la base de datos, el servidor web y la plataforma Moodle en el mismo servidor, sin embargo esta implementación está proyectada para garantizar un crecimiento de usuarios y transmisión de datos en la plataforma virtual de aprendizaje.

En el servidor Intel Xeon, se considera instalar la plataforma virtual Moodle versión 2.9.3, bajo el sistema operativo Centos última versión, con la opción web

server se levantan conjuntamente el Servidor Web Apache, la Base de Datos MySQL y el lenguaje de programación PHP. Moodle utiliza el servicio de correo sendmail propio del sistema operativo Linux.

El momento que se monte el servidor local que será sobre un servidor web, el servidor web tendrá una dirección creada por el administrador de la red, que será publicado por el proveedor de Internet para que todos los usuarios puedan acceder a la página web desde afuera de la red LAN del municipio, se considera activar el software de firewall en el sistema operativo del servidor de la plataforma y el control de acceso y autenticación a la plataforma Moodle.

El servidor estará conectado al switch HP de capa 3 el mismo que enrutará los datos del usuario a Internet a través del firewall.

5.2.2.2.6. Presupuesto del Servidor de la Plataforma Virtual

El servidor para la implementación de la plataforma virtual de aprendizaje Moodle, tiene el siguiente costo:

Descripción	Cant.	Precio Unitario	Precio Total
Intel® Xeon ® Processor E5-2630 v3 Velocidad procesador: 2,4 GHz o superior Número de núcleos 8 Conectividad de 10 a 40 Gbit Ethernet RAM DDR4 de 16Gb o superior	1	\$5058,00	\$5058,00
Disco de 1 TB	1	\$180,00	\$180,00
TOTAL			\$5238,00

Tabla 23: Costo del Servidor Plataforma Virtual de Aprendizaje

Fuente: (Intel Corporation, 2015)

Elaborado por: **Juca Lilia**

5.3. Conclusión

Para la implementación de la plataforma Moodle se recomienda un diseño de infraestructura de red de datos en el que se ha considerado parámetros esenciales como son:

- La velocidad de transmisión necesaria para el tráfico que maneja la plataforma virtual de aprendizaje, para ello se realiza el dimensionamiento de la tasa de transmisión en base al tráfico más comúnmente utilizado en la plataforma virtual Moodle con la aplicación de la metodología PACIE recomendada para entornos virtuales y dirigida a usuarios con un aprendizaje de tipo andragógico.
- El ancho de banda promedio, en base a la tasa de transmisión mínima y máxima requerida por el tráfico de la plataforma virtual.
- La calidad de servicio (QoS), para priorizar el tráfico en base a sus requerimientos de ancho de banda como es la videoconferencia, con el fin de no afectar el rendimiento de la red.
- La seguridad perimetral para proteger de cualquier ataque a la red del municipio de Cayambe y los datos de la plataforma virtual de aprendizaje, ya que la plataforma virtual va a estar expuesto a Internet. En este sentido, se considera ubicar la plataforma virtual en una sección a parte de la red del municipio dentro de una zona desmilitarizada (DMZ). Para mantener la seguridad de los datos de la plataforma virtual el equipo Firewall solo dejará pasar tráfico que se acepte expresamente y el resto será negado.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- La velocidad de transmisión de Internet asignada a la red del municipio de Cayambe es asimétrica, esta característica es conveniente para los usuarios que solo consumen contenido de internet, pero en un Entorno Virtual de Aprendizaje los usuarios producen contenido y la red debe garantizar la subida de información multimedia: videos-tutoriales, presentaciones, talleres, etc., una tasa de transmisión menor en el canal de subida provocaría lentitud y bajo rendimiento de la red.
- Con el actual ancho de banda que contrata el Municipio de Cayambe para la red LAN, los usuarios manifiestan que su conexión a Internet es lenta.
- Se considera aumentar el ancho de banda asignado a la red del municipio de Cayambe, en base al requerimiento del tráfico de la plataforma virtual de aprendizaje dimensionado en el capítulo III.
- Se considera aplicar calidad de servicio (QoS) al tráfico que maneja la plataforma virtual de aprendizaje, en base a los requerimientos de ancho de banda analizados en el capítulo V, tales como video, videoconferencia, correo, transferencia de archivos, etc., para no afectar el rendimiento de la red.
- Se considera ubicar la plataforma virtual de aprendizaje en un segmento de red distinto a la red LAN del municipio de Cayambe, dentro de una zona desmilitarizada (DMZ), debido a que la plataforma virtual va a estar expuesto a Internet, para proteger de cualquier ataque a la red del municipio.
- El Firewall solo pasa el tráfico que cumple con las reglas expresamente aceptadas, de esta forma garantiza la seguridad de los datos de la plataforma virtual de aprendizaje.

6.2. Recomendaciones

- Actualmente no se conoce el estado de los servidores, ni equipos de comunicación, se requiere que a través de un software de gestión de redes se pueda ver datos sobre el uso del disco duro, carga de memoria, procesador, interfaces de redes activas, tráfico de red, etc. Pero para ellos se recomienda que en todos los equipos se encuentre instalado el protocolo SNMP.
- El edificio Espinoza Jarrín utiliza cable par trenzado UTP Cat. 5e, que se distribuye desde el Rack 5, hacia los usuarios de todas las oficinas, se puede ver a simple vista cables sueltos, sin canaletas, los usuarios han optado por instalar switch pequeños no administrables para poder conectarse a la red, cuando existen problemas de conexión a internet es difícil identificar el fallo, se recomienda la reestructuración del sistema de cableado estructurado.
- Se recomienda la segmentación de la red en VLANs para una mejor administración de la red.
- Implementar y automatizar la entrada de problemas que surgen en la red, que permita generar reportes de disponibilidad del servicio, con el fin de dar solución oportuna.
- El servidor de la plataforma debe conectarse a una red eléctrica que tenga conexión polarizada.
- El Servidor de la plataforma virtual de aprendizaje debe tener fuente redundante
- Se recomienda respaldar la base de datos de la plataforma virtual de aprendizaje.
- Es recomendable respaldar la configuración del switch de capa tres que une el Backbone de la red del Municipio de Cayambe.
- Se recomienda documentar características y configuraciones de los equipos de comunicación, manuales de uso de los servidores y mantener actualizado el inventario.

BIBLIOGRAFÍA

1. A. D. Connection. (2008). *Recommended bit rates for live streaming*. ed.
2. Adolfo, G. (mayo de 2014). *ccapitalia*. Recuperado el 9 de noviembre de 2015, de telnet-ri: <http://www.ccapitalia.net/descarga/docs/2012-gpon-introduccion-conceptos.pdf>
3. Altadill, P. (2016). *Iptables -Manual práctico*. Obtenido de http://es.slideshare.net/royal_gonzalo/iptables-firewall
4. Arcia, I. (2009). *Andragogía y Educación a Distancia*.
5. BITCODIN. (29 de marzo de 2015). *BITCODIN*. Recuperado el 10 de agosto de 2015, de <https://www.bitcodin.com/blog/2015/03/mpeg-dash-vs-apple-hls-vs-microsoft-smooth-streaming-vs-adobe-hds/>
6. Castro, S., Clarenc, C., López, C., Moreno, M., & Tosco, N. (2013). *Analizamos 19 Plataformas de E-learning*.
7. Chamilo User Day Latinoamérica . (24 de 10 de 2015). *Chamiluda.org*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/chamiluda/infraestructura-tecnologica-para-plataformas-elearning-55586746>
8. CISCO. (2 de Diciembre de 2008). *CISCO*. Recuperado el 2 de julio de 2015, de <http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/solutions/Enterprise/Video/pktvideoaag.html>
9. Clarenc, C.A. (2012). *Videoconferencia: e-Learning-ubicuo – Concepción de ubicuidad en el e-Learning*.
10. Clarenc, C.A. (2013). *Instrumento de evaluación y selección de sistemas de gestión de aprendizaje y otros materiales digitales: Medición y ponderación de LMS y CLMS, recursos educativos digitales y herramientas o sitios de la WEB 3.0*.
11. DELL. (2016). *Productos DELL*. Obtenido de www.dell.com
12. Diez, J. (2016). *Avante Services Tecnología y Social Media*. Obtenido de <http://www.avanteservices.com/es/blog/?p=2740>
13. EcuRed. (5 de febrero de 2016). *RTP/RTCP. Conocimiento con todos y para todos*, 6. Recuperado el 5 de febrero de 2016, de <http://www.ecured.cu/RTP/RTCP>
14. FATLA. (2015). *Elementos que componen los recursos tecnológicos*.

15. FATLA-Virtual Group Corporation. (1996). *Planeta FATLA*. Obtenido de <http://www.fatla.org/>
16. Gámez, R. (6 de 8 de 2013). *AODBC*. Obtenido de <http://blog.aodbc.es/2013/08/06/cual-es-el-mejor-procesador-para-un-servidor-i/>
17. Geekland. (2016). *Geekland-Blog de tecnología*. Obtenido de <http://geekland.eu/que-es-y-para-que-sirve-un-firewall/>
18. Gil Cabezas, J. (2008/2009). *Protocolo de Transporte en Tiempo Real-RTP*. Córdoba.
19. Gt.net.A.company. (2015). *GTMETRIX*. Recuperado el 2015 de octubre de 13, de <https://gtmetrix.com>
20. Hernández, S. (2008). El Modelo Constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 10.
21. Hewlett Packard Enterprise. (Noviembre de 2015). *Data Sheet HP 1910 Switch Series*. Obtenido de <http://h20195.www2.hp.com/v2/getpdf.aspx/4aa1-7808enw.pdf>
22. Hewlett Packard Enterprise. (2016). *HP ProLiant DL380 G7*. Obtenido de <http://www8.hp.com/h20195/v2/GetHTML.aspx?docname=c04286665>
23. Hewlett-Packard. (16 de febrero de 2013). *Autonomy Broadcast Monitoring*. Hewlett-Packard. Obtenido de <http://www.autonomy.com/products/broadcast-monitoring>
24. HighTelecom. (2008). *Networking y seguridades*. Obtenido de <http://www.hightelecom.com/networking.htm>
25. HP Networking. (2016). *HP Networking*. Obtenido de http://pro-networking-h17007.external.hp.com/us/en/products/switches/HP_1910_Switch_Series/
26. IANA ORG. (22 de abril de 2016). *Service Name and Transport Protocol Port Number Registry*. Obtenido de <http://www.iana.org/assignments/service-names-port-numbers/service-names-port-numbers.xhtml>
27. IBM. (2016). *IBM System x3650 M4*. Obtenido de <http://www.redbooks.ibm.com/abstracts/tips0850.html>
28. ieeestandards. (4 de dic de 2015). *ieeestandards.galeon*. Recuperado el 15 de enero de 2016, de <http://ieeestandards.galeon.com/aficiones1573579.html>
29. INAP (Instituto Nacional de Administración Pública. (2016). *Manual breve para la incorporación de sesiones de videoconferencia dentro de cursos Moodle*. Obtenido de

<http://www.inap.es/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/b8072501-53e7-4cca-a3e6-cea93a067594/Incorporar-Videoconferencia-en-Moodle.pdf>

30. INEC-Instituto Nacional de Estadísticas y Censos . (2015). *SISTEMA INTEGRADO DE CONSULTAS*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/sistema-integrado-de-consultas-redatam/>
31. Intel Corporation. (2015). *Intel-Xeon-Processor E5-2630 v3*. Obtenido de http://ark.intel.com/es/products/83356/Intel-Xeon-Processor-E5-2630-v3-20M-Cache-2_40-GHz#@specifications
32. IPICA Ltd. (2015). *jvsg*. Recuperado el 10 de septiembre de 2016, de <https://www.jvsg.com/bandwidth-storage-space-calculation/>
33. ISID Grupo Everis. (16 de Febrero de 2016). *ISID Soluciones*. Obtenido de http://www.isid.es/solucion_monitorizacion_y_analisis.html
34. LANPRO. (2010). *Cableado soluciones en cobre*. Obtenido de <http://sealarm.com.ec/pdf/incendios/cable-red-cat-6a.pdf>
35. Meza, J. (2012). *Modelo pedagógico para proyectos de formación virtual*. Alemania.
36. Monge, J. (2013). *Estándares sobre Diseño y Funcionamiento de Data Center*.
37. Moodle Org. (19 de 10 de 2012). *Moodle Forum*. Obtenido de <https://moodle.org/mod/forum/discuss.php?d=214157>
38. Moodle Pty Ltda. (9 de nov de 2015). *Moodle*. Recuperado el 2015 de nov de 15, de https://docs.moodle.org/all/es/Acerca_de_Moodle#F.C3.A1cil_de_usar
39. Mora, L. (2014). *Alfabetización digital estrategias educativas para el desarrollo de competencias básicas en el uso de herramientas informáticas desde la perspectiva andragógica*. Colombia.
40. Multicore Ware Inc. (2014). *x265 Documentation*.
41. Municipio de Cayambe. (15 de 04 de 2016). *GADIP CAYAMBE*. Obtenido de <http://www.municipiocayambe.gob.ec/index.php/en/portfolio>
42. Neuman, G. (23 de Julio de 2015). *Domo Solutions*. Obtenido de <http://domosolutions.co/switches-cap-2-cap-3-y-cap-4/>

43. Nevers, F. (20 de 01 de 2014). *How to optimize a Moodle server? Part I Apache*. Obtenido de <http://www.iteachwithmoodle.com/2014/01/20/optimizing-a-moodle-server-step-1-fine-tune-apache/>
44. NewBay Media. (2015). *Monitoring MPEG in an IP Network*. Obtenido de <http://www.tvtechnology.com/media-systems/0191/monitoring-mpeg-in-an-ip-network/262284>
45. Oñate, L. (2009). *La metodología PACIE*. Ecuador.
46. OpenLabs. (2008). *Tu especialista en Software Libre*. Recuperado el 12 de febrero de 2015, de <http://www.openlabs.com.mx/portal/firewall-pdfsense/caracteristicas-pfsense>
47. Oracle. (2012). *Autonomy Search Integration Sample Guide for Oracle WebLogic Portal*. California: Oracle.
48. ORACLE. (15 de 2 de 2016). Obtenido de <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/system-configurations-135212.html>
49. RFC-Base .ORG. (2015). *Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers*. Obtenido de <http://www.rfc-base.org/rfc-2474.html>
50. Sanchez, A. (14 de 08 de 2013). *Servidores de Aplicaciones*. Obtenido de <http://blog.servidoresdeaplicaciones.com/about/>
51. Scagnoli, N. (2000). *El aula virtual: usos y elementos que la componen*.
52. SECAP. (6 de marzo de 2013). Resolución Nro. SECAP-003-2013. *Resolución Nro. SECAP-003-2013*. Quito, Pichincha, Ecuador: http://www.secap.gob.ec/Ley_de_Transparencia/Informacion%20legal/normas-de-regulacion/RESOLUCION%20Nro.%20003-2013.pdf.
53. Universidad Boyacá. (2015). Estudio comparativo de sistemas de gestión del aprendizaje Moodle, Atutor, Claroline, Chamilo y Universidad de Boyacá. *Revista Academia y Virtualidad* , 54-65.
54. Universidad de Valencia. (2013). *Entornos Virtuales de Formación*. Valencia.
55. Universidad Internacional de Valencia. (2 de Febrero de 2015). *VIU Valencia*. Obtenido de <http://www.viu.es/caracteristicas-tipos-y-plataformas-mas-utilizadas-para-estudiar-a-distancia/>

56. UOC, Universitat Oberta de Catalunya. (2014). *Infraestructura tecnológica de la UOC*. Catalunya.
57. Valdez, E., Reyes, P., Alvarez, M., & Rojas, J. (2009). *Marco conceptual de un Sistema Experto para evaluar Sistemas de Gestión del Aprendizaje*. México.
58. Wang, Z. (2001). *Internet QoS Architectures and Mechanisms for Quality of Service*.
59. Youtube. (2015). *Configuración avanzada de la codificación*.

ANEXOS

Anexo A

Resumen del cálculo de la Tasa de Transmisión requerida por los aplicativos más comúnmente utilizado en Moodle, en base a diferentes combinaciones de tráfico que se pueden dar en las distintas secciones de la metodología PACIE .

Número Total de Usuarios		1425,000		<table><tr><td>Tipo de tráfico</td><td>Tasa de Transmisión (Kbps)</td></tr><tr><td>T (texto sin formato)</td><td>0,05</td></tr><tr><td>A (Archivo con formato)</td><td>63,6</td></tr><tr><td>VS (Video Streaming)</td><td>800</td></tr><tr><td>VC (Video conferencia)</td><td>3760</td></tr><tr><td>W (Navegación Web)</td><td>225,88</td></tr></table>	Tipo de tráfico	Tasa de Transmisión (Kbps)	T (texto sin formato)	0,05	A (Archivo con formato)	63,6	VS (Video Streaming)	800	VC (Video conferencia)	3760	W (Navegación Web)	225,88
Tipo de tráfico	Tasa de Transmisión (Kbps)															
T (texto sin formato)	0,05															
A (Archivo con formato)	63,6															
VS (Video Streaming)	800															
VC (Video conferencia)	3760															
W (Navegación Web)	225,88															
Estadística de acceso a Internet en Cayambe		6,24%														
Nrúmero de conexiones disponibles		88,92														
Índice de simultaneidad		0,125														
Nro de usuarios concurrentes		11,115														

Secciones PACIE	Comb. I	Comb. II	Comb. III	Comb. IV	Comb. V Tráfico más pesado (Kbps)	
Información	T	T	T	T	0,05	T
Comunicación	T	A	VS	T	800	VS
Interacción	T	T	T	VC	3760	VC
Exposición	T	A	VS	T	800	VS
Rebote	T	T	T	T	0,05	T
Construcción	T	T	T	T	0,05	T
Comprobación	T	A	T	T	63,6	A
Retroalimentación	T	T	T	T	0,05	T
Negociación	T	T	T	T	0,05	T
Ingreso Página Web de Moodle	W	W	W	W	225,88	W
Tasa de Transmisión (Kbps)	226,33	416,98	1826,23	3986,28	5649,73	
Tasa de transmisión Más Alta (Mbps)	62,80					
Tasa de transmisión Promedio (Mbps)	26,91					

Tabla 24: Resumen del dimensionamiento de la tasa de transmisión requerida por el tráfico de Moodle

Elaborado por: **Juca Lilia**

Anexo B

Intel® Xeon® Processor E5-2630 v3 (20M Cache, 2.40 GHz)	
Essentials	
Estado	Launched
Fecha de lanzamiento	Q3'14
Número de procesador	E5-2630V3
Caché	20 MB
Tipo de bus	QPI
Bus del sistema	8 GT/s
Cantidad de enlaces QPI	2
Conjunto de instrucciones	64-bit
Extensiones de conjunto de instrucciones	AVX 2.0
Opciones integradas disponibles	No
Litografía	22 nm
Escalabilidad	2S
Rango de voltaje VID	0.65V–1.30V
Hoja de datos	Link
Información sobre el producto	Link
URL de información adicional	Link
Performance	
Cantidad de núcleos	8
Cantidad de subprocesos	16
Frecuencia básica del procesador	2.4 GHz
Frecuencia turbo máxima	3.2 GHz
TDP	85 W
Memory Specifications	
Tamaño de memoria máximo (depende del tipo de memoria)	768 GB
Tipos de memoria (velocidad de transmisión de datos)	DDR4 1600/1866 Mb/s
Cantidad máxima de canales de memoria	4
Máximo de ancho de banda de memoria	59 GB/s
Extensiones de dirección física	46-bit
Compatible con memoria ECC	Yes
Graphics Specifications	
Gráficos del procesador	None
Expansion Options	
Revisión de PCI Express	3.0
Configuraciones de PCI Express	x4, x8, x16

Cantidad máxima de líneas PCI Express	40
Package Specifications	
Máxima configuración de CPU	2
T _{CASE}	72.1°C
Tamaño de paquete	52.5mm x 45mm
Zócalos compatibles	FCLGA2011-3
Baja concentración de opciones de halógenos disponibles	Ver MDDS
Advanced Technologies	
Tecnología Intel® Turbo Boost	2.0
Tecnología Intel® vPro	Yes
Tecnología Hyper-Threading Intel®	Yes
Tecnología de virtualización Intel® (VT-x)	Yes
Tecnología de virtualización Intel® para E/S dirigida (VT-d)	Yes
Intel® VT-x con tablas de páginas extendidas (EPT)	Yes
Intel® Transactional Synchronization Extensions – New Instructions	No
Intel® 64	Yes
Estados de inactividad	Yes
Tecnología Intel SpeedStep® mejorada	Yes
Conmutación según demanda Intel®	Yes
Tecnologías de monitoreo térmico	Yes
Intel® Flex Memory Access	No
Tecnología Intel® Identity Protection	No
Intel® Data Protection Technology	
Nuevas instrucciones de AES Intel®	Yes
Secure Key	Yes
Intel® Platform Protection Technology	
OS Guard	Yes
Tecnología Trusted Execution	Yes
Bit de desactivación de ejecución	Yes
Otros	
Conectividad de 10 a 40 Gbit Ethernet	

Fuente: (Intel Corporation, 2015)

Anexo C

HP 1910-24G Switch (JE006A)	
Ports	
	24 RJ-45 auto-negotiating 10/100/1000 ports (IEEE 802.3 Type 10BASE-T, IEEE 802.3u Type 100BASE-TX, IEEE 802.3ab Type 1000BASE-T)
	4 SFP 1000 Mbps ports
	Supports a maximum of 24 autosensing 10/100/1000 ports plus 4 1000BASE-X SFP ports, or a combination
Physical characteristics	
Dimensions	6.3(d) x 17.4(w) x 1.7(h) in. (16 x 44.2 x 4.32 cm) (1U height)
Weight	6.8 lb. (3.08 kg)
Memory and processor	
	ARM @ 333 MHz, 128 MB flash, 128 MB RAM; packet buffer size: 512 KB
Mounting	
	Mounts in an EIA-standard 19 in. telco rack or equipment cabinet (hardware included)
Performance	
100 Mb Latency	< 5 μ s
1000 Mb Latency	< 5 μ s
Throughput	up to 41.7 million pps
Routing/Switching capacity	56 Gbps
Routing table size	32 entries
MAC table size	8192
Environment	
Operating temperature	32°F to 113°F (0°C to 45°C)
Operating relative humidity	10% to 90%, noncondensing
Nonoperating/Storage temperature	-40°F to 158°F (-40°C to 70°C)
Nonoperating/Storage relative humidity	10% to 95%, noncondensing
Electrical characteristics	
Voltage	100-240 VAC
Maximum power rating	31.5 W
Frequency	50/60 Hz
Notes	Maximum power rating and maximum heat dissipation are the worst-case theoretical maximum numbers provided for planning the infrastructure with fully loaded PoE (if equipped), 100% traffic, all ports plugged in, and all modules populated.

Safety	
	UL 60950IEC 60950-1EN 60950-1CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1-03
Notes	
	<p>The HP 1910-24G Switch (JE006A) was formerly sold as the 3Com Baseline Plus 2928 (3CRBSG2893) and may ship with this product labeling.</p> <p>SFP ports and copper ports can work simultaneously, independent of each other to give a total of 28 Gigabit-capable ports.</p>

Fuente: (HP Networking, 2016)

La calidad de servicio (QoS)

Control de transmisión.- Permite limitar la tasa de tráfico de broadcast para reducir el tráfico en la red de broadcast no deseado.

Limitación de velocidad.- Conjuntos para cada puerto máximos de ingreso-forzada y por puerto, mínimos per-cola.

Priorización de tráfico.- proporciona paquetes sensibles al tiempo como VoIP y video, con prioridad sobre el resto del tráfico, basado en DSCP o clasificación IEEE 802.1p. Los paquetes se asignan a las cuatro colas de hardware para un rendimiento más efectivo.

Fuente: (Hewlett Packard Enterprise, 2015)

Anexo D

Firewall NetCyclon

Especificaciones técnicas

- Procesador de 4 núcleos, hasta 320 usuarios
- Memoria hasta 8 GB de memoria
- Almacenamiento 1 TB de capacidad, estado sólido hasta 256 GB
- Interfaces hasta 6 interfaces de red 10/100/1000 Mbps, 2 puertos USB, 1 puerto RS-232.

Protecciones globales de ataques

Se puede habilitar o deshabilitar algunas seguridades en el sistema operativo, como pueden ser:

- Recuperación rápida de ataques de denegación de servicios
- Reciclaje de conexiones en estado de espera
- Bloqueo de respuesta de error defectuosas
- Manejo dinámico de conexiones TCP/IP
- Bloqueo de paquetes TCP/IP ilegales
- Activación de cálculo de RTT optimo
- Deshabilitación de redirecciones ICMP
- Bloqueo de conexiones inválidas
- Bloqueo de conexiones nuevas mal formadas
- Anti spooling
- Reducción de riesgos de ataque de denegación de servicios
- Inundación de bombas de paquetes de sincronismo

- Ataque /MAS
- Ataques de paquetes Nulos
- Ping de la muerte

Control de acceso al servidor

- Se controla el acceso al NetCyclon tanto desde el internet como desde las redes locales
- Regulación en capas 3 y 4

Control de acceso al exterior

- Regulación en capas 3 y 4 de accesos desde las redes locales y redes asociadas (redes que vienen por un ruteador o equipo interno) hacia el Internet

Redirección de redes

- Redirección de puertos desde el internet hacia computadoras o dispositivos en la red local
- NAT y PAT

Conexión entre redes

- Regulación del ruteo en capas 3 y 4 entre las diferentes redes que maneja el NetCyclon

Concentrados de VPN de acceso remoto

- Soporte clientes OPENVPN
- Configuración de certificados digitales
- Exportación de los archivos de configuración de la VPN cliente
- Administración de los diferentes clientes VPN
- Soporte cliente PPTP

VPN Gateway to Gateway

- OPENVPN, IPSEC, GRE y múltiples túneles

Administración gráfica

- Todos los servicios pueden ser administrados gráficamente por medio del navegador en un ambiente amigable e intuitivo, conectándose desde su red interna o desde el internet a un puerto seguro.
- El administrador de NetCyclon no requiere ser un experto certificado en sistemas operativos, ni en interfaces de código de línea, únicamente debe tener claros los conceptos de comunicaciones y explotara fácilmente todas las bondades del producto

Reportes gráficos basados en web

- Reportes de navegación que indica quien accede a qué sitios en internet
- Reportes del uso de los servicios de correo electrónico, mensajería
- Reportes de consumo de ancho de banda por interfaces

Consola de monitoreo

- Permite monitorear los principales servicios de NetCyclon en tiempo real

Backup y respaldos

- Permite respaldar las configuraciones principales del NetCyclon.
- Se puede escoger lo que se quiere respaldar, entre las opciones están:
- Buzones de correo, base de datos, página web.
- El respaldo es configurable de tres formas diferentes: FTP, por medio de la red local o por un dispositivo externa USB.

Fuente:(HighTelecom, 2008).

Anexo E

Cable de red categoría 6A UTP

Especificaciones técnicas

- Transmisión: 10 Gbps sobre par trenzado
- Par trenzado apantallado de cuatro pares
- Frecuencia: 500MHz
- Por la alta frecuencia para atender la tasa de transmisión, se da una mayor distancia y aislamiento entre cables para garantizar menor efecto de ruido por la diafonía exógena (Alien crosstalk)
- El cable permite al menos un radio mínimo de 25mm (1”) a una temperatura de 20° C sin ocasionar deterioro en la chaqueta o aislantes.

Fuente: **(LANPRO, 2010)**